

RASSEGNA TECNICA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA & NOTIZIARIO INGEGNERI

rt
NUOVA SERIE

377

IN QUESTO NUMERO

Filo diretto: Graziano Pizzimenti, assessore regionale alle Infrastrutture e Territorio

Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale

Le superfici degli arredi al tempo del Covid-19

Solari e l'informazione al pubblico, seconda parte

Controllo di accettazione in cantiere sul calcestruzzo

Recupero dell'identità di un luogo



RASSEGNA TECNICA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA & NOTIZIARIO INGEGNERI

rt
NUOVA SERIE

377

ANNO LXXI - MAGGIO/GIUGNO 2020

DIREZIONE

GIORGIO DRI Direttore responsabile

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO

Alberto Beinat, Franco Bulian, Fabio Crosilla, Giorgio Dri,
Roberta Mallardo, Elena Moro, Carlo Tomaso Parmegiani, Giovanni Picech,
Enzo Sandretti, Franco Trevisan, Andrea Zagolini, Enrico Zorzi,

EDITORE

Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia s.r.l.
33100 Udine, via Monte San Marco, 56
C.F. e P. IVA n. 01339660308

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Presidente: Antonio Nonino
Consiglieri: Antonino Colussi, Marino Donada, Vittorio Drigo,
Adriano Mansutti, Andrea Sarcinelli

SEDE

33100 Udine - via Monte San Marco, 56
e-mail: info@rassegnatecnicafv.it
web: www.rassegnatecnicafv.it

PROPRIETÀ

Associazione Ingegneri della Provincia di Udine
Associazione Ingegneri e Architetti della Provincia di Pordenone

STAMPA

Cartostampa Chiandetti
33010 Reana del Rojale (UD) - via Vittorio Veneto
tel. 0432 857054 - fax 0432 857712
e-mail: info@chiandetti.it

REGISTRAZIONI

Tribunale Udine n. 245 del 17.1.1970
Iscrizione al R.O.C. n. 1747

ISSN 2421-0889



Associato all'USPI
Unione Stampa Periodica Italiana

La rivista si riceve solo per abbonamento.

L'abbonamento annuo ordinario è di € 15,00 (costo copia € 3,00).
Modalità di pagamento: bonifico su c/c della Banca di Cividale
Filiale di Udine, via Cotonificio (IBAN IT36 805484 12303 CC0530418133),
intestato a Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia s.r.l.
L'abbonamento annuo per gli iscritti agli albi professionali
degli Ingegneri è ridotto a € 10,00.

La pubblicazione di una memoria non implica riconoscimento
o approvazione dei giudizi espressi dagli autori.
Gli originali dei testi, i disegni e le fotografie, anche se non pubblicati,
non si restituiscono, salvo preventivi accordi con la direzione.

SOMMARIO

- 2 **Filo diretto:**
**Graziano Pizzimenti, assessore regionale
alle Infrastrutture e Territorio**
A CURA DI CARLO TOMASO PARMEGIANI
- 6 **Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale:
l'esempio del Friuli Venezia Giulia**
DR FABIO CROSILLA, ING. GIOVANNI PICECH,
ING. ALBERTO BEINAT
- 14 **Le superfici degli arredi al tempo del Covid-19**
DR FRANCO BULIAN
- 33 **Solari e l'informazione al pubblico (PARTE SECONDA)**
ING. ENZO SANDRETTI
- 41 **Controllo di accettazione in cantiere
sul calcestruzzo: alcune osservazioni**
ING. FRANCO TREVISAN
- 46 **Recupero dell'identità di un luogo**
GIORGIO DRI

AL CENTRO DELLA RIVISTA

NOTIZIARIO INGEGNERI

A CURA DI ELENA MORO

In copertina:

I pannelli informativi della stazione di Roma Termini
che ripropongono gli orari di arrivo e di partenza
lungo tutta la sala di aspetto

PARTE PRIMA: UN SINTETICO EXCURSUS
DELLE VARIE FASI DI PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DELLA CARTOGRAFIA TECNICA

Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale: l'esempio del Friuli Venezia Giulia

DR FABIO CROSILLA

professore ordinario, dipartimento
Politecnico di Ingegneria e Architettura,
Università di Udine

ING. GIOVANNI PICECH

già dirigente Insiel Spa

ING. ALBERTO BEINAT

ricercatore confermato, dipartimento
Politecnico di Ingegneria e Architettura,
Università di Udine

Sono ormai trascorsi cinquant'anni da quando venne dato avvio ai lavori della Carta tecnica regionale del Friuli Venezia Giulia. A breve, sarà reso fruibile il lotto relativo alla provincia di Trieste del nuovo Data Base Topografico (DBT) regionale. Si tratta di un nuovo prodotto cartografico digitale che rappresenta una significativa evoluzione tecnologica della ben nota Cartografia tecnica regionale numerica (CTRN). In concomitanza di questo importante avvenimento, prima che il tempo cancelli definitivamente i ricordi di quel fondamentale periodo storico della nostra Regione, che ha visto il verificarsi di eventi catastrofici quali il terremoto del 1976 ma anche la successiva fase di ricostruzione che ha trasformato il volto della regione, l'articolo si propone di fornire un sintetico excursus delle varie fasi di progettazione, realizzazione e utilizzazione della Cartografia tecnica regionale del Friuli Venezia Giulia e della successiva versione numerica (CTRN), che costituisce ormai da un cinquantennio un supporto imprescindibile dello sviluppo del territorio regionale. Saranno inoltre illustrate le principali caratteristiche del nuovo Data Base Topografico, di imminente fruibilità. Si propone infine di ricordare le varie figure professionali e le vicende che hanno contribuito alla realizzazione di questo importante strumento cartografico.





←

Carta tecnica regionale 1:5.000 e Ortofoto di Monfalcone, largo dell'Anconetta (il nord è verso sinistra)

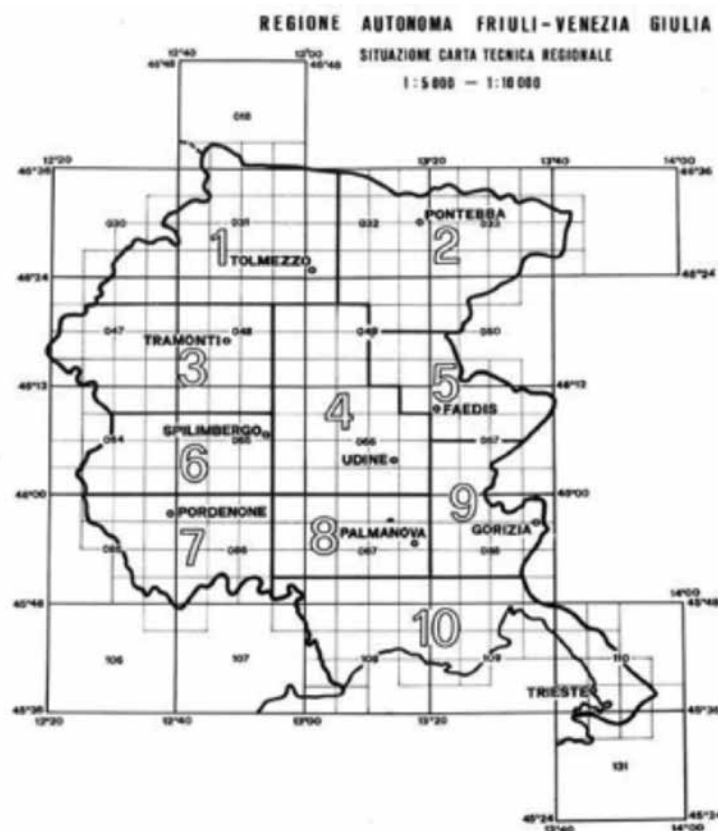
Prima della Cartografia tecnica regionale

Forse, le nuove generazioni non riescono nemmeno a immaginare che prima della Cartografia tecnica regionale, tranne che in casi particolari, la base cartografica utilizzata per le attività di progettazione e pianificazione territoriale era la Carta dell'Istituto Geografico Militare italiano (IGMI) alla scala 1:25.000. La proprietà di "afilaticità" di tale cartografia, per cui le deformazioni intrinseche della rappresentazione sono contenute entro l'errore di graficismo (in genere 0,2 mm) moltiplicato per il denominatore della scala della carta, come pure la piccola scala della carta in relazione allo spessore del tratto grafico, davano origine sul terreno a una indeterminazione degli elementi restituiti di ben cinque metri! È evidente pertanto l'esclusivo valore simbolico che veniva ad assumere questa cartografia quando era utilizzata come supporto ai lavori d'ingegneria.

Ovviamente i professionisti, a fronte di una scala della carta così piccola, procedevano impropriamente a un ingrandimento dell'originale mediante fotocopiatura. Si può pertanto immaginare come l'originaria indeterminazione si propagasse all'aumentare della scala, a scapito di una ben che minima affidabilità e accuratezza del prodotto.

In alternativa all'uso della cartografia IGMI 1:25.000, taluni erano invece propensi all'impiego della cartografia catastale. Anche in questo caso si trattava di un'applicazione impropria, vuoi per la ben nota scarsa accuratezza dei contenuti e per i problemi di aggiorna-

Fig. 1
Suddivisione dei lavori in dieci lotti
e tempistica degli interventi
(fonte Regione Friuli Venezia Giulia)



mento del prodotto, vuoi per l'assenza dell'andamento altimetrico del terreno.

C'è da sottolineare che solo sporadicamente si faceva ricorso al rilievo aerofotogrammetrico a grande scala, ad esempio in occasione della realizzazione di opere d'ingegneria di rilevante importanza quali autostrade, grossi insediamenti industriali, acquedotti, ecc.

Con l'inizio del boom economico degli anni Sessanta ci si rese conto che per garantire una crescita armonica del territorio regionale era necessario procedere con la realizzazione di un nuovo supporto cartografico a grande scala tale da garantire quelle caratteristiche geometriche e informative necessarie per lo sviluppo che stava incominciando a manifestarsi. Ecco che allora, in occasione del X Convegno nazionale di Urbanistica tenutosi a Trieste nei giorni 14-16 ottobre 1965, il prof. Antonio Marussi, eminente figura di scienziato della Geodesia e direttore dell'Istituto di Geodesia e Geofisica dell'Università di Trieste, anche sull'onda di quanto stava avvenendo in Italia, propose la realizzazione della Carta tecnica regionale del Friuli Venezia Giulia. La proposta venne raccolta in un fascicolo a cura del prof. Pio Montesi, illustre urbanista, e sottoposta al Governo della Regione e affidata per lo studio di fattibilità all'Assessorato all'Urbanistica.

La realizzazione della carta tecnica venne formalizzata mediante la legge regionale 20 ottobre 1967, n. 23, che costituisce il vero e proprio atto di nascita della carta.

Successivamente alla legge di

istituzione della carta, si accese in regione un ampio dibattito sulle caratteristiche tecniche della stessa. Nel dicembre del 1968 fu organizzata presso la Camera di Commercio di Udine un pubblico dibattito per definire collegialmente la scala della carta.

Le due proposte avanzate prevedevano rispettivamente la scala 1:10.000 e la scala 1:5.000. Alla fine, malgrado il maggior costo messo in previsione, si decise per la scala 1:5.000.

A seguito della definizione della scala della carta, nel 1969 venne istituita una commissione consultiva, presieduta dal prof. Marussi e costituita da rappresentanti degli organi ufficiali della cartografia dello Stato con lo scopo di precisare le caratteristiche della carta e formulare le norme di esecuzione e conservazione.

Nel dicembre 1969 venne dato alle stampe il primo capitolato speciale d'appalto contenente le norme tecniche di realizzazione e gestione della carta tecnica in scala 1:5.000.

Realizzazione della Carta tecnica regionale (CTR)

La realizzazione della Carta tecnica regionale ebbe luogo a partire dal 1970 e si protrasse fino al 1986. La produzione fu suddivisa in dieci lotti tali da coprire in successione tutto il territorio regionale (Figg. 1 e 2). Inoltre, dal 1986 al 1990 si procedette con l'aggiornamento di alcuni lotti usando gli stessi metodi operativi applicati precedentemente. Le caratteristiche tecniche del prodotto restituito si rifacevano a quanto riportato nel capitolato d'appalto predisposto precedentemente dalla commissione regionale presieduta dal prof. Marussi. Accanto a una rappresentazione in scala 1:5.000 si decise inoltre di produrre per foto riduzione una base cartografica in scala 1:10.000.

L'inquadramento geodetico risulta essere quello nazionale di Gauss-Boaga, istituito mediante l'appoggio ai vertici trigonometrici IGMI dal primo al quarto ordine (successivi al 1942). Al contenuto grafico di ogni foglio è sovrain-

LOTTO	Z O N A	ETTARI	ELEMENTI	SEZIONI	DATA VOLO	FINE LAV.	VOLO AGG.	FINE AGG.	STAMPA	STAMPA
1	TOLMEZZO	109 275	135	38	9-1983	9-1986			S I	S I
2	PONTEBBA	110 245	140	40	9-1983	9-1986			S I	S I
3	TRAMONTI	85 702	110	28	10-1971	4-1976	9-1986	6-1988	S I	S I
4	UDINE	100 140	112	28	10-1970	6-1976	9-1986	6-1988	S I	S I
5	FAEDIS	51 740	65	17	9-1982	12-1984			S I	S I
6	SPIILIMBERGO	60 600	72	20	10-1971	7-1975	9-1986	6-1988	S I	S I
7	PORDENONE	62 700	83	24	10-1971	3-1977	9-1988	6-1990	S I	S I
8	PALMANOVA	53 854	60	15	9-1977	8-1978	9-1988	6-1990	S I	S I
9	GORIZIA	50 120	64	18	6-1974	4-1979	9-1988	6-1990	S I	S I
10	TRIESTE	100 674	142	45	6-1974	12-1977	3-1990		S I	
T O T A L I		785 050	983	273					1 : 5000	1:10000

posto un reticolato chilometrico (in realtà con lati di 500 metri) per facilitare l'individuazione dei punti. Invece, la squadratura degli elementi cartografici è realizzata secondo sottomultipli della carta IGM 1:50.000 le cui coordinate piane fanno riferimento all'ellissoide di Hayford utilizzato anche nel sistema Gauss-Boaga, ma diversamente orientato sulla superficie terrestre (orientamento europeo ED 1950 e non a Monte Mario come per il sistema Gauss-Boaga). Inoltre, ai margini della squadratura di ogni foglio sono riportate le coordinate geografiche riferite al sopracitato sistema europeo ED 1950.

La produzione cartografica fa riferimento alle tecniche di ripresa e restituzione fotogrammetrica. Le prese fotogrammetriche dovevano avere valori tradizionali di copertura stereoscopica delle immagini (almeno il 60% longitudinale e il 10% trasversale). Le camere utilizzate avevano un obiettivo grandangolo con focale fissa prossima a 152 mm. Era previsto l'uso di pelli-

cole pancromatiche B/N con una scala media dei fotogrammi pari a 1:13.000. I periodi di ripresa erano limitati alla stagione estiva al fine di garantire una sufficiente luminosità durante i brevi tempi di scatto consentiti e inoltre per minimizzare la lunghezza delle ombre.

Per l'orientamento dei fotogrammi era previsto l'appoggio ai vertici trigonometrici IGMI dal primo al quarto ordine. Inoltre, per raffittire la rete dei punti di appoggio era consentita l'istituzione di vertici trigonometrici regionali (VTR) così da garantire la presenza di un vertice di vario ordine in ogni elemento della mappa. La precisione di posizionamento di tali vertici prevedeva uno s.q.m. massimo pari a +/- 0,30 metri per le tre componenti. Inoltre il controllo delle quote dei vertici trigonometrici era garantito mediante il collegamento dei vertici alla rete di livellazione di alta precisione IGMI.

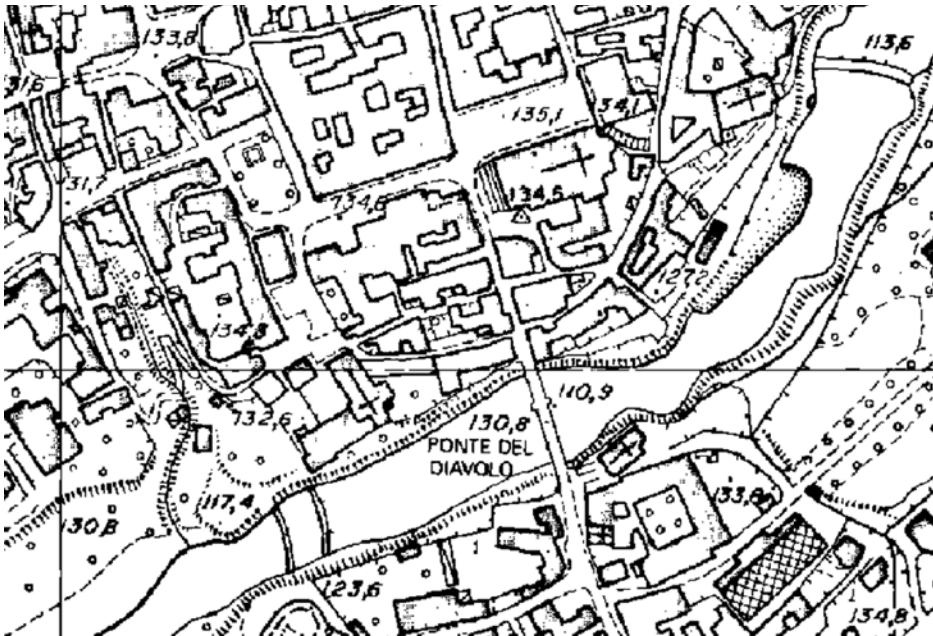
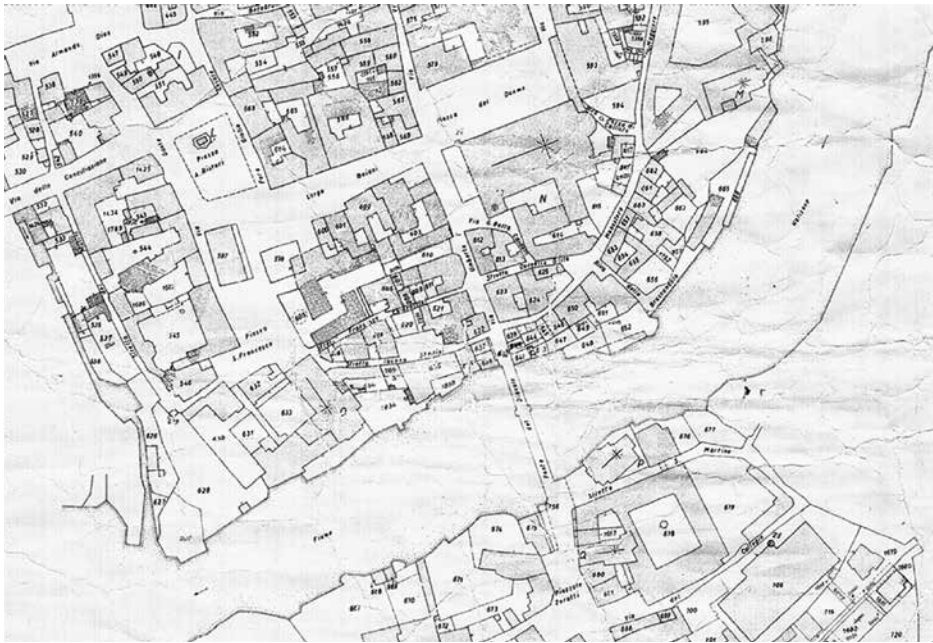
Per procedere all'orientamento assoluto di ogni modello, costituito da una coppia di fotogrammi concomitanti, era prevista l'ese-

cuzione di operazioni tradizionali di appoggio topografico a terra di almeno quattro punti di appoggio piano-altimetrici e uno di quota al centro di ogni modello. In ogni caso furono anche eseguite le operazioni di triangolazione aerea analogica o analitica per blocchi di strisciate tali da garantire una precisione dei punti di legame pari ad almeno +/- 0,50 metri.

La restituzione della carta fu eseguita mediante restitutore analogico su foglio plastico indeformabile trasparente, dapprima in lapis, successivamente a penna. La precisione grafica finale è quella corrispondente a una cartografia in scala nominale 1:5.000, assunta pari a 1,5 metri.

Al lavoro di restituzione fece seguito una ricognizione sul terreno atta a rilevare ciò che non era stato possibile restituire dai fotogrammi (toponomastica, limiti amministrativi, tipi di viabilità, ecc.) o che risultava mal interpretabile nelle immagini.

Una nota di particolare attenzione venne riservata alle operazioni



←

Fig. 3
Civiale del Friuli:
rappresentazione cartografica
del Catasto della CTR, della CTRN

di collaudo eseguite per ciascuna delle diverse fasi di realizzazione. I principali problemi riscontrati furono dettati fondamentalmente dal fatto che la tecnologia utilizzata (essenzialmente sistemi analogici) e le relative metodologie operative erano tali per cui le prescrizioni e le procedure previste dal capitolato, in termini qualitativi e quantitativi, non erano sufficienti a garantire la effettiva qualità del prodotto restituito, che dipendeva pertanto prevalentemente dalle capacità professionali del restituitista.

In ogni caso, la realizzazione di questo prodotto cartografico è stata elemento di grande innovazione nei settori del rilievo e della pianificazione territoriale e in alcuni settori strettamente connessi dell'ingegneria civile.

C'è da menzionare anche l'aggiornamento professionale scaturito dalla produzione della cartografia tecnica regionale. Nei primi anni Settanta, in concomitanza con la realizzazione dei primi fogli della cartografia, la Regione, in collaborazione con l'Istituto di Geodesia dell'Università di Trieste, promosse un corso di aggiornamento professionale aperto ai geometri che sarebbero poi dovuti diventare i principali protagonisti dell'utilizzo di questo nuovo prodotto cartografico.

Il corso, presieduto dal prof. Marussi, fu coordinato dal prof. Francesco Caruso, indimenticabile figura di docente di Topografia all'Istituto Tecnico per Geometri "L. Da Vinci" di Trieste, quest'ultimo coadiuvato dal geom. Lucio Pipan, del medesimo Istituto e dal geom. Celso Pausa, dipen-

dente della Regione, responsabile dell'Ufficio Cartografico regionale durante i lavori di realizzazione della CTR. Al corso ebbero modo di insegnare i principali protagonisti della allora produzione cartografica nazionale facente capo all'IGMI. Fra questi, si ricorda in particolare il prof. Giuseppe Birardi, generale dell'IGMI e successivamente ordinario di Topografia all'Università "La Sapienza" di Roma. Il corso, della durata di un anno scolastico, si concluse con una esercitazione di campagna di un paio di settimane in zona San Daniele del Friuli, interessata all'epoca dalle operazioni topografiche di appoggio al rilievo fotogrammetrico. Senza dubbio, molti dei geometri più affermati all'epoca in regione, devono una loro significativa crescita culturale a questo corso organizzato dalla Regione.

Dalla Carta tecnica alla Carta tecnica regionale numerica

Il rapido sviluppo della tecnologia informatica avutosi a partire dagli anni Settanta anche nel settore cartografico (a tal riguardo si ricordano i primi tentativi di digitalizzazione della cartografia catastale italiana di quegli anni, non andati a buon fine), diede origine nel corso degli anni Ottanta in Italia alle prime serie applicazioni di "cartografia numerica" su aree di vaste dimensioni. Anche la Regione Friuli Venezia Giulia condusse alcuni esperimenti di restituzione di cartografia numerica. Si ricorda il test condotto alla fine degli anni Ottanta nella città di Gradisca, comprendente il centro storico e parte della periferia, eseguito dalle

aziende CGR di Parma e Benedetti di Firenze in associazione temporanea d'impresa e da Insiel spa per la parte informatica.

Si ricorda che nella seconda metà degli anni Ottanta venne ultimata la copertura del territorio montano regionale con la CTR e si provvide ad aggiornare alcuni lotti fra i primi realizzati negli anni Settanta.

L'Amministrazione regionale, dovendo pianificare l'attività di aggiornamento sistematico della carta, constatato il grado di maturità raggiunto dalla produzione di cartografia numerica a grande scala in Italia, visti i risultati del test di Gradisca, decise di applicare la nuova tecnologia per uno sviluppo innovativo della cartografia tecnica regionale.

Si tratta di un completo rifacimento della carta in quanto la rappresentazione è tridimensionale, ovvero ogni entità grafica è caratterizzata dalle tre coordinate: Nord, Est e Quota. Ogni entità grafica è inoltre codificata in base alla classe o sottoclasse di appartenenza. La precisione dei punti restituiti equivale a quella di una scala nominale 1:2.000, mentre il contenuto grafico rimane quello di una carta in scala 1:5.000. La base cartografica venne così a rappresentare il supporto geometrico e topologico del futuro sistema informativo territoriale (SIT) regionale. Infine, la realizzazione della Carta tecnica regionale numerica venne regolamentata da un nuovo capitolato speciale d'appalto.

Fra gli artefici di questa trasformazione epocale si citano l'arch. Mario Ghidini, direttore del Servizio

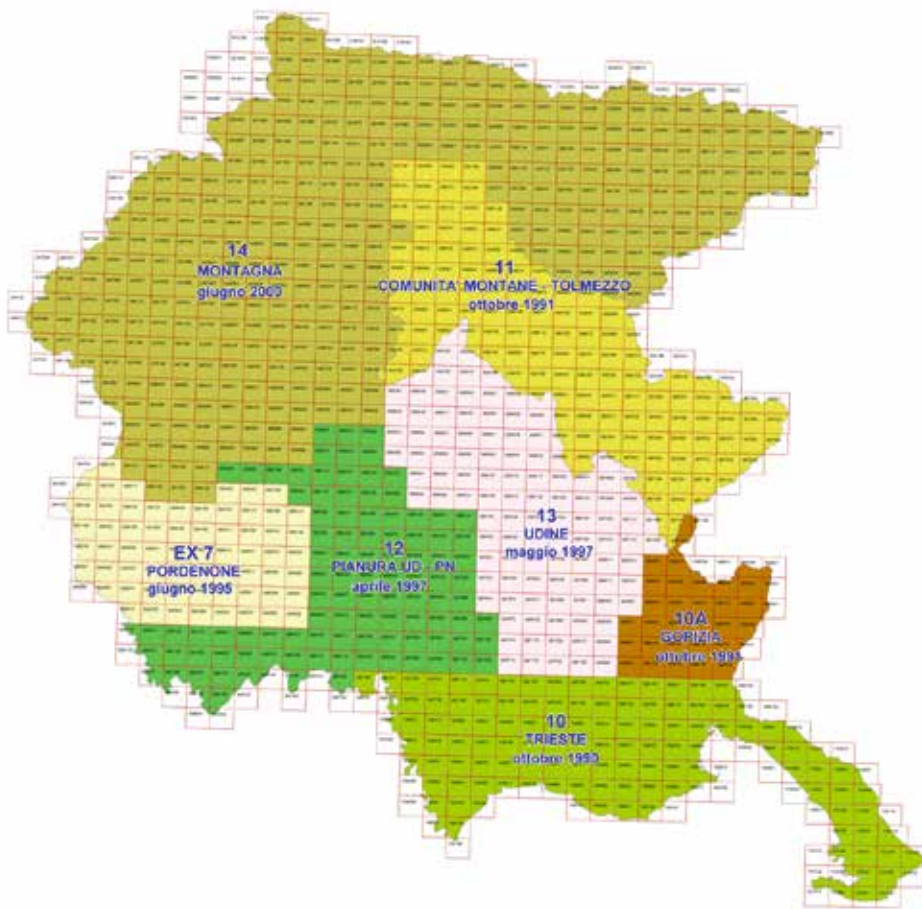
Cartografico della Regione FVG per un ventennio, il suo collaboratore arch. Ferdinando Bertani e il geom. Roberto Furlan, valente topografo, dotato di innovative visioni culturali, formatosi specificamente in occasione del corso organizzato dall'Università di Trieste nei primi anni Settanta.

Realizzazione della Cartografia tecnica regionale numerica

Per quanto detto precedentemente, il capitolato speciale d'appalto prevedeva che il contenuto degli elementi riprodotti in cartografia fosse quello di una rappresentazione in scala 1:5.000. Trattandosi di una rappresentazione numerica, logicamente il principale prodotto era costituito dai relativi archivi numerici. Inoltre, la produzione cartografica si proponeva inizialmente anche la determinazione delle coordinate dei "punti fiduciali", adottati dal Catasto italiano per il sistema Pregeo, mediante operazioni di triangolazione aerea analitica. Purtroppo questa aspettativa si dimostrò ben presto non realizzabile a causa della scarsa precisione ottenibile con la triangolazione aerea, non confrontabile con quella raggiungibile con il GPS in modalità di posizionamento relativo o con la moderna strumentazione topografica.

Il capitolato prevedeva inoltre la formazione di tipi rovesci in scala 1:10.000, ottenuti per foto riduzione degli originali, utilizzabili esclusivamente su supporto grafico.

L'inquadramento geodetico della carta numerica è analogo a quello usato per la cartografia tecnica: si tratta del sistema di Gauss-Bo-



←

Fig. 4
Suddivisione dei lotti di esecuzione
della Carta tecnica regionale numerica
(fonte Insiel)

↓

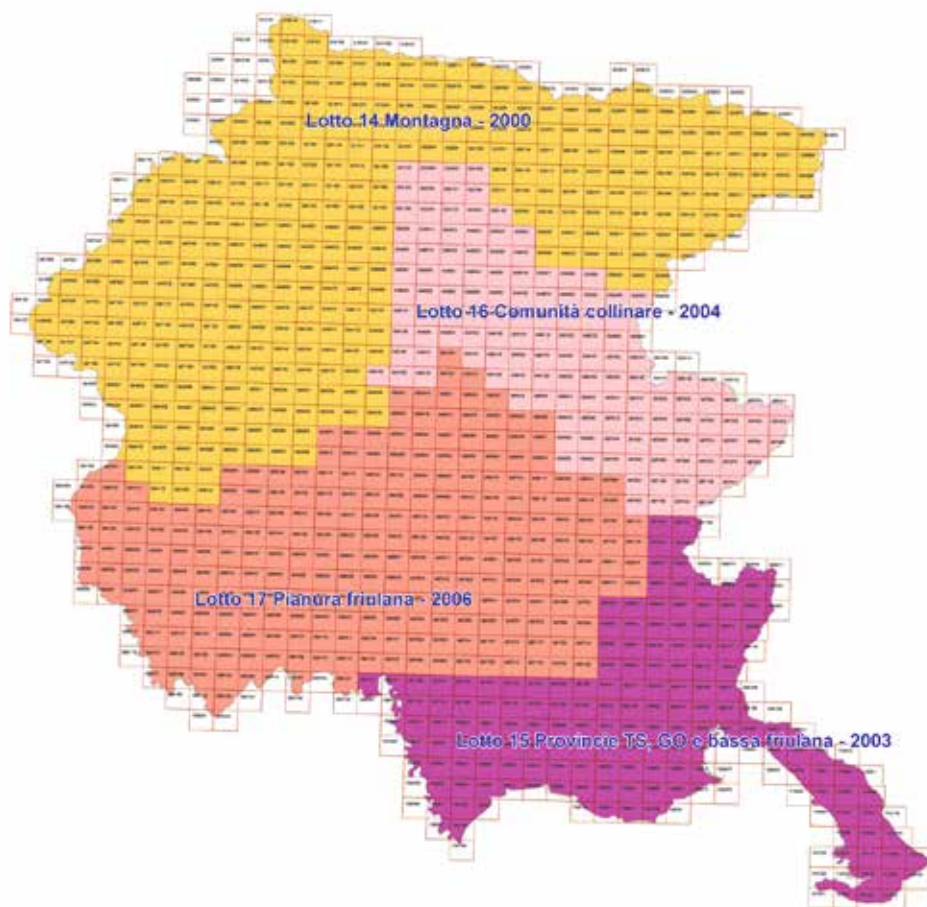
Fig. 5
Aggiornamenti della CTRN
eseguiti fra il 2003 e il 2006
(fonte Insiel)

aga omogeneo con le coordinate dei vertici trigonometrici IGMI. La squadratura degli elementi cartografati coincide con sottomultipli della carta IGM 1:50.000 e ai margini della squadratura sono riportate le coordinate geografiche relative al sistema ED 1950.

Per garantire una precisione nominale dei punti restituiti in scala 1:2.000, la scala dei fotogrammi, acquisiti con pellicole pancromatica B/N e a colori, fu notevolmente aumentata, risultando mediamente pari a 1:8.500. Inoltre l'uso di fotocamere dotate di compensazione dell'effetto di trascinamento delle immagini, consentì di effettuare le prese anche in periodi diversi da quello estivo.

L'inquadramento geodetico della carta faceva riferimento a vertici trigonometrici di primo, secondo e terzo ordine (compensazione 1983). La rete di raffittimento era invece costituita da tutti i punti che, assieme a quelli di inquadramento, consentivano un corretto appoggio delle operazioni di triangolazione aerea analitica. Il capitolato, per la prima volta, prevedeva inoltre la necessità di una progettazione matematica delle reti per verificare a priori la precisione e l'affidabilità conseguibili.

Per i lotti successivi al primo, appaltati nel corso degli anni Novanta, il capitolato prevedeva la possibilità di esecuzione delle misure GPS in modalità di posizionamento relativo in sostituzione o a integrazione di quelle tradizionali. La precisione richiesta da capitolato, espressa in termini di scarto quadratico medio, era $\pm 0,15$ metri per la planimetria e $\pm 0,10$ me-



tri per l'altimetria.

Diversamente dal ruolo assunto per la cartografia tecnica, per la cartografia numerica, la triangolazione aerea è stata uno strumento analitico di fondamentale importanza per la determinazione delle coordinate dei punti di legame, assunti di precisione (s.q.m.) pari a $\pm 0,20$ metri. Tale precisione, più che sufficiente per la produzione cartografica, si è però dimostrata insufficiente per la determinazione delle coordinate dei punti fiduciali del Catasto, la cui determinazione era inizialmente prevista dal capitolato con una distribuzione di un punto ogni 100 ettari.

La restituzione dei fotogrammi fu eseguita con strumentazione esclusivamente analitica e i contenuti cartografici sono stati strutturati mediante più di 240 classi e sottoclassi. Per quanto riguarda la veste grafica, la simbologia di rappresentazione è rimasta analoga a quella utilizzata per la carta tecnica a esclusione delle entità non riproducibili a plotter.

La principale novità per gli edifici è stata la restituzione delle quote alla linea di gronda e al piede dell'edificio. Inoltre sono state riportate anche le linee di divisione architettonica delle coperture (Fig. 3).

Una volta conclusa la restituzione, la successiva fase di ricognizione ha richiesto per la cartografia numerica un vero e proprio rilievo georeferenziato per procedere all'inserimento in cartografia dei nuovi contenuti. Per la carta tradizionale era stato invece sufficiente un rilievo speditivo riferito a elementi circostanti cartografati.

L'ultima operazione è consistita nel collaudo eseguito successivamente a ogni singola fase dei lavori. A differenza di quanto previsto per il collaudo della cartografia tradizionale, il collaudo della cartografia numerica ha previsto un'ulteriore verifica finale su almeno il 10% dei fogli restituiti delle operazioni di misura sul terreno di 15 punti cartografati per ciascun foglio.

La cartografia tecnica regionale numerica è stata realizzata nel decennio 1990-2000. I lavori sono stati suddivisi in sette lotti (Vedi Fig. 4), in numero minore rispetto a quelli che hanno caratterizzato la prima cartografia tecnica. Alla prima copertura ha fatto seguito una serie di aggiornamenti, realizzati fra il 2003 e il 2006, che hanno escluso la zona montana, ultimata per la prima volta solamente nel 2000 (Fig. 5).

A conclusione dei lavori di realizzazione della cartografia tecnica e di quella numerica regionale si può affermare che i capitolati adottati hanno permesso di ottenere un prodotto cartografico che ha risposto in larga parte alle aspettative degli utenti.

La problematica maggiore che si è riscontrata e che ha caratterizzato il risultato del rilievo aerofotogrammetrico è stato il mascheramento del territorio dovuto alla folla copertura arborea che interessa parte del territorio regionale. Per ovviare in parte a tale inconveniente, per la realizzazione della cartografia numerica si è fatto ricorso all'uso di camere dotate di un compensatore dell'effetto di trascinamento delle immagini. Ciò ha consentito di effettuare le

riprese nel periodo primaverile, e pertanto con fogliame ridotto al minimo. Una soluzione a tale problema può essere data dall'impiego dei sistemi di rilevamento laser scanning, che riescono a rilevare l'altimetria del terreno malgrado la copertura fogliare di una zona boscata. Ciò sarà ben evidenziato nella seconda parte dell'articolo che tratta la realizzazione del nuovo Data Base Topografico, dove viene dato ampio risalto all'uso del sistema laser scanning.

Dal 2006 e fino a pochi anni fa l'Amministrazione regionale decise di interrompere le operazioni di aggiornamento della cartografia numerica. Ciò ha reso obsoleto il contenuto della carta in alcune zone della regione caratterizzate da rapida urbanizzazione. Per tale ragione, solo di recente si è dato avvio a un innovativo prodotto cartografico, il cosiddetto Data Base Topografico, di cui si parla ampiamente nella parte finale di questa memoria.

(continua)

**RASSEGNA TECNICA
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA
& NOTIZIARIO INGEGNERI**

rt
NUOVA SERIE

378

IN QUESTO NUMERO

Filo diretto: Roberto Dipiazza, sindaco di Trieste

Rassegna tecnica e i codici ISSN e Ance

Terza corsia di Autovie Venete: il percorso dell'acqua

Superbonus 110% e l'interpello ordinario

Cinquant'anni di cartografia regionale, seconda parte

Motorizzazione elettrica per la mobilità commerciale



RASSEGNA TECNICA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA & NOTIZIARIO INGEGNERI

rt
NUOVA SERIE

378

ANNO LXXI - LUGLIO/AGOSTO 2020

DIREZIONE

GIORGIO DRI Direttore responsabile

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO

Alberto Beinat, Vidya Biciato, Maria Eugenia Cola,
Lorenzo Colautti, Fabio Crosilla, Giorgio Dri,
Roberta Mallardo, Elena Moro, Carlo Tomasi Parmegiani,
Giovanni Picech, Andrea Zagolin, Enrico Zorzi

EDITORE

Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia s.r.l.
33100 Udine, via Monte San Marco, 56
C.F. e P. IVA n. 01339660308

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Presidente: Antonio Nonino
Consiglieri: Antonino Colussi, Marino Donada, Vittorio Drigo,
Adriano Mansutti, Andrea Sarcinelli

SEDE

33100 Udine - via Monte San Marco, 56
e-mail: info@rassegnatecnicafv.it
web: www.rassegnatecnicafv.it

PROPRIETÀ

Associazione Ingegneri della Provincia di Udine
Associazione Ingegneri e Architetti della Provincia di Pordenone

STAMPA

Cartostampa Chiandetti
33010 Reana del Rojale (UD) - via Vittorio Veneto
tel. 0432 857054 - fax 0432 857712
e-mail: info@chiandetti.it

REGISTRAZIONI

Tribunale Udine n. 245 del 17.1.1970
Iscrizione al R.O.C. n. 1747

ISSN 2421-0889



Associato all'USPI
Unione Stampa Periodica Italiana

La rivista si riceve solo per abbonamento.

L'abbonamento annuo ordinario è di € 15,00 (costo copia € 3,00).

Modalità di pagamento: bonifico su c/c della Banca di Cividale
Filiale di Udine, via Cotonificio (IBAN IT36 805484 12303 CC0530418133),
intestato a Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia s.r.l.

L'abbonamento annuo per gli iscritti agli albi professionali
degli Ingegneri è ridotto a € 10,00.

La pubblicazione di una memoria non implica riconoscimento
o approvazione dei giudizi espressi dagli autori.

Gli originali dei testi, i disegni e le fotografie, anche se non pubblicati,
non si restituiscono, salvo preventivi accordi con la direzione.

SOMMARIO

- 2 **Notizie flash**
- 6 **Rassegna tecnica del Friuli Venezia
con i codici ISSN e Ance: un rivista/archivio
che si apre a nuovi autori e nuovi lettori**
GIORGIO DRI
- 8 **Filo diretto:
Roberto Dipiazza, sindaco di Trieste**
A CURA DI CARLO TOMASO PARMEGIANI
- 12 **Terza corsia di Autovie Venete:
il percorso dell'acqua**
DOTT.SSA VIDYA BICCIATO
- 14 **Superbonus 110%: panoramica normativa
e l'interpello ordinario**
DOTT. LORENZO COLAUTTI,
DOTT.SSA MARIA EUGENIA COLA
- 33 **Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale:
l'esempio del Friuli Venezia Giulia**
DR FABIO CROSILLA, ING. GIOVANNI PICECH,
ING. ALBERTO BEINAT
- 42 **Motorizzazione elettrica
per la mobilità commerciale**
CARLO TOMASO PARMEGIANI
- 46 **1996: gli Atti del Convegno sulla Carta tecnica**
GIORGIO DRI

AL CENTRO DELLA RIVISTA

NOTIZIARIO INGEGNERI

A CURA DI ELENA MORO

In copertina:

Impianto di trattamento delle acque a Meolo,
lungo l'autostrada A4 Venezia-Trieste

Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale: l'esempio del Friuli Venezia Giulia

PROF. FABIO CROSILLA

professore ordinario, dipartimento
Politecnico di Ingegneria e Architettura,
Università di Udine

ING. GIOVANNI PICECH

già dirigente Insiel Spa

ING. ALBERTO BEINAT

ricercatore confermato, dipartimento
Politecnico di Ingegneria e Architettura,
Università di Udine

**Implicazioni di natura informatica
della cartografia tecnica
regionale numerica**

Come in precedenza accennato, il progetto per la realizzazione della cartografia tecnica regionale numerica prese l'avvio alla fine degli anni Ottanta del secolo scorso. In quegli anni c'era la precisa consapevolezza che la disponibilità di un sistema informativo territoriale (SIT, come si definiva allora o GIS, nella terminologia inglese) fosse importante per garantire un salto di qualità nella descrizione, pianificazione e la gestione del territorio in molti ambiti, primi fra tutti la pianificazione territoriale e l'urbanistica.

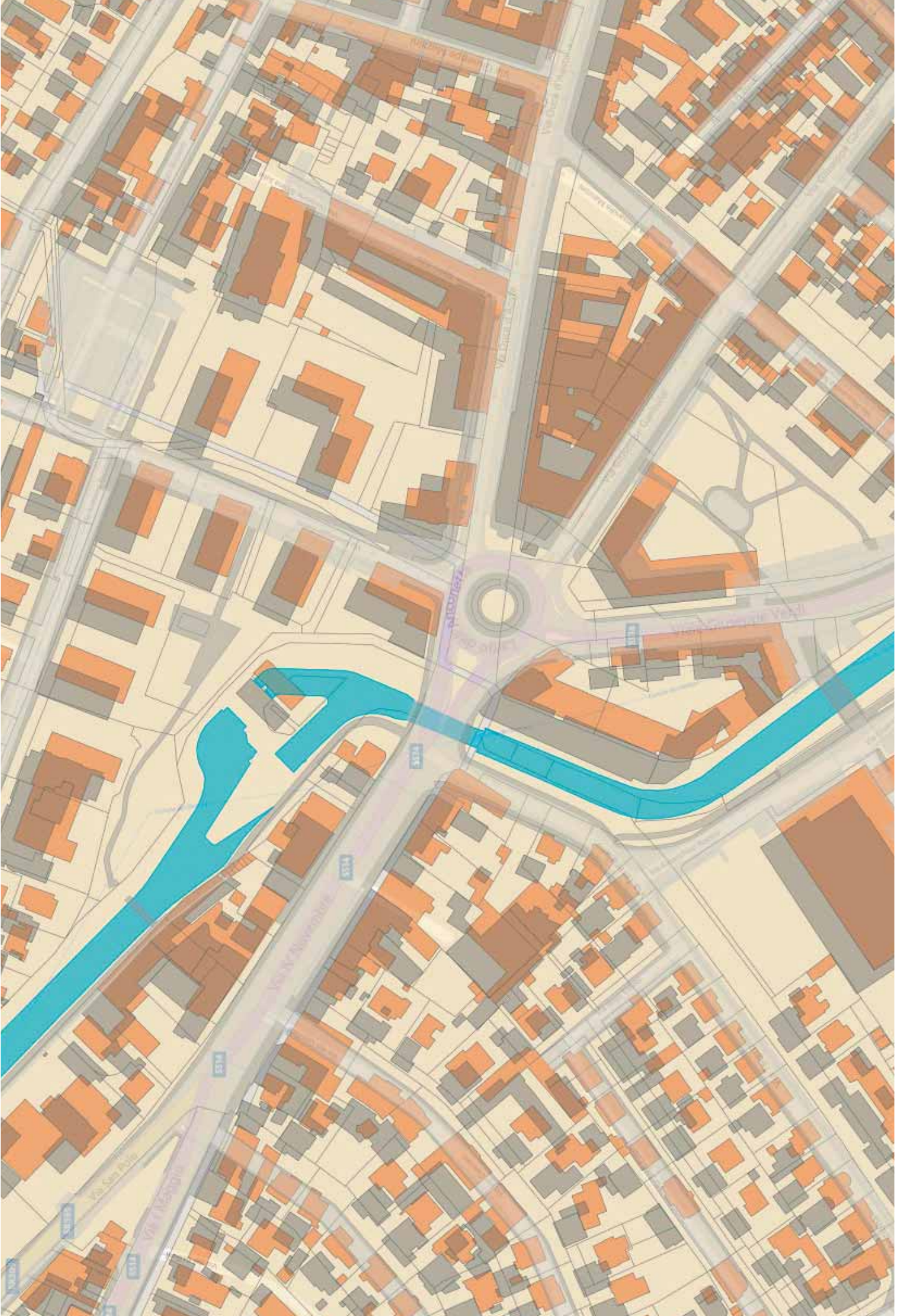
Nuove tecnologie informatiche e di rilevamento topografico avevano modificato le caratteristiche della cartografia e le sue applicazioni, permettendo un'ampia variabilità nelle scale di rappresentazione, possibilità di lettura dinamiche, nuovi contenuti come matrici digitali del terreno, dati volumetrici dell'edificato, strutture a rete, ecc., il tutto limitato solo dalle tolleranze metriche del rilievo. La cartografia si stava evolvendo verso un prodotto più complesso con un più ampio spettro di utilizzo. Contemporaneamente emergevano nuove problematiche relative ai metodi da adottarsi per la sua realizzazione e gestione, problematiche allora ancora non del tutto chiare nelle loro implicazioni tecniche e organizzative.

Parallelamente, la possibilità di collegare questa nuova descrizione numerica del territorio ai dati di carattere descrittivo presenti in molti ambiti applicativi permetteva di intravedere una classe di siste-

mi informativi di nuova concezione, utili sia come sistemi di gestione sia come sistemi di supporto alle decisioni. La realizzazione di questi sistemi, al di là del costo, poneva comunque tre problemi di non immediata soluzione: la disponibilità di una copertura cartografica adatta, la predisposizione di strumenti hardware e software adeguati, il superamento di difficoltà di carattere organizzativo.

Per quanto riguarda le caratteristiche della copertura cartografica, queste sono trattate diffusamente in altre parti di questo documento. Giova qui comunque ricordare che i concetti utilizzati nel campo dell'informatica territoriale derivano da quelli propri della cartografia numerica e da essi si evolvono per esprimere gli aspetti astratti propri dei sistemi informativi. Dai concetti di elemento geometrico (punto, poligonale, poligono), simbolo, toponimo, classe cartografica prendono origine e si arricchiscono di nuovi significati e usi i concetti di oggetto (elemento al quale si collega l'informazione), di *topologia* (struttura di elementi geometrici), di *relazione* (o link), di *entità* (o ente, tipica dei modelli *entity-relationship* dei sistemi informativi), di modellazione.

In modo corrispondente i dati di carattere geometrico prodotti dalla restituzione cartografica a partire, ad esempio, dall'aerofotogrammetria, sono soggetti a un processo di strutturazione logica che li porta a essere organizzati nei sistemi informativi e quindi collegabili alla grande varietà di dati descrittivi propri dei diversi ambiti di utilizzo dell'informazione territoriale. La cartografia non è più quindi l'analogo di un



↑
A pagina 34:
sovrapposizione tra CTRN
e attuale mappa dell'Agenzia delle Entrate
in una zona del sistema tavolare

↑
A pagina 35:
sovrapposizione tra CTRN
e mappa catastale ricomposta dalla Regione
in una zona del sistema tavolare

→
fig. 6
Fase caratteristica della ricomposizione
particellare della mappa catastale per
un'area test di Udine. In verde la rete
fiduciale compensata e in tonalità di rosso
i rilievi Pregeo inquadrati rispetto ai PF

semplice disegno: i singoli elementi geometrici sono organizzati e collegati tra loro in modo da formare oggetti più complessi sui quali poter eseguire una vasta classe di operazioni geometriche e logiche.

Va ricordato inoltre che, oltre ai contenuti geometrici e testuali propri delle cartografie generate nel processo di restituzione aerofotogrammetrica, è rilevante il modo con cui sono descritti i particolari cartografici, cioè la loro strutturazione logica, già al momento della restituzione. Le caratteristiche di tale strutturazione devono essere tali da consentire in modo agevole il successivo passo di elaborazione che li porta a diventare parte fondamentale delle banche dati dei sistemi territoriali. Per questo motivo una significativa parte del lavoro svolto in quegli anni è consistita nel definire e validare la struttura e i contenuti delle restituzioni aerofotogrammetriche ai fini del loro successivo uso informatico oltre che cartografico.

Per quanto riguarda gli strumenti hardware e software un cenno va fatto alla situazione dell'epoca. In Italia poche amministrazioni pubbliche avevano intrapreso progetti per la realizzazione di sistemi informativi territoriali, tra queste l'Emilia-Romagna, il Veneto, la Toscana, la Lombardia, l'Umbria. I progetti erano comunque agli inizi e in alcuni casi affrontavano solo aspetti particolari. Potevano costituire certamente esempi da studiare – e lo furono – ma non modelli da seguire in toto. Per contro i prodotti offerti dal mercato per il trattamento dei dati grafici e cartografici erano significativamente evoluti solo in alcuni

settori, tipicamente quelli legati alla progettazione meccanica ed elettronica e alla gestione delle reti tecnologiche e non esistevano standard, neanche standard de facto.

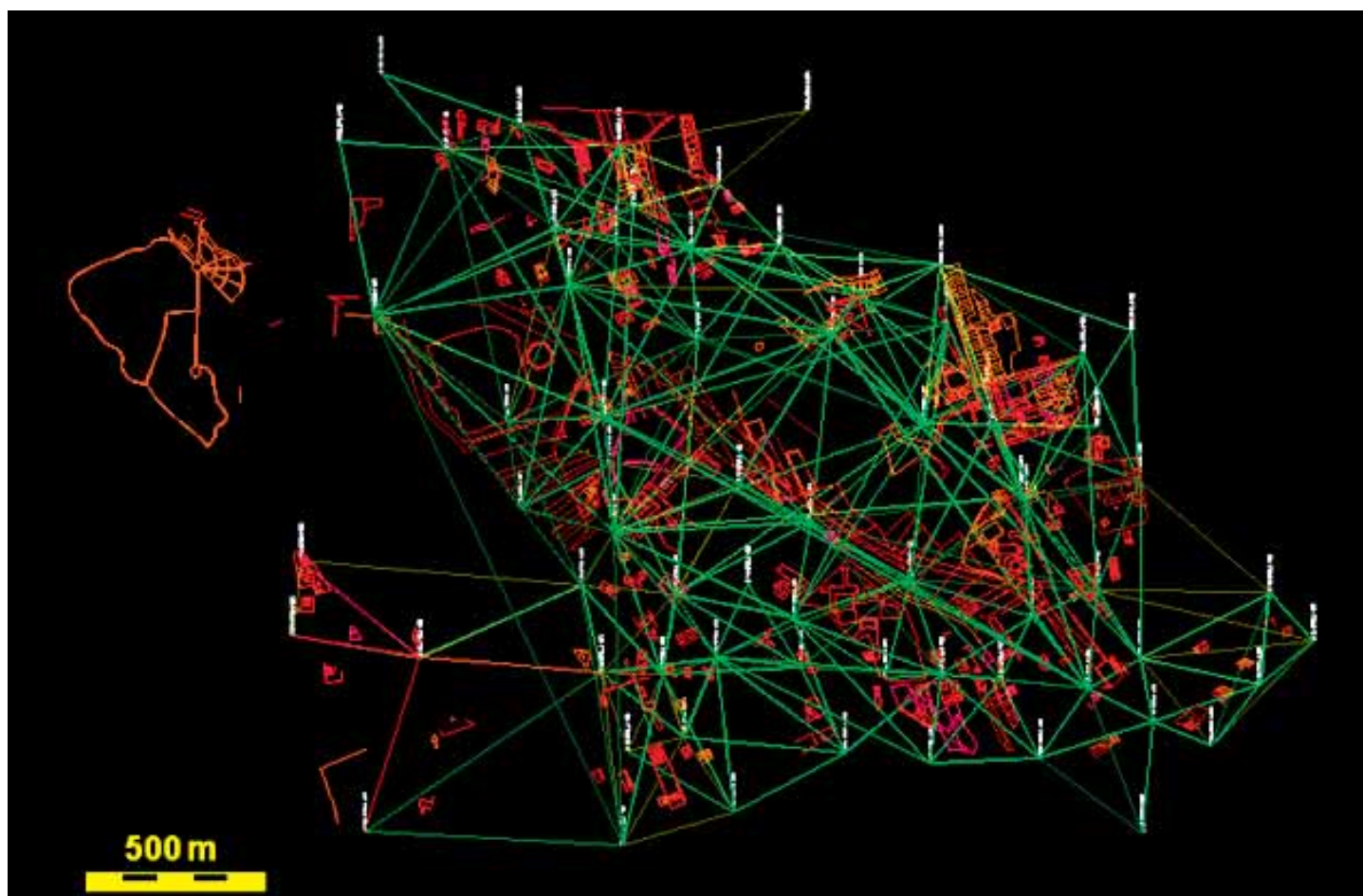
I prodotti per il mapping, come si diceva allora, cioè prodotti per la rappresentazione del territorio e dei dati sul territorio, cominciavano ad apparire ed erano generalmente estensioni di sistemi CAD preesistenti. Per curiosità ricordiamo qui i nomi dei principali produttori a livello mondiale attivi in quel tempo: ESRI, Bentley, Computervision, Intergraph, Konsberg, IBM, Autotrol, Siemens, Synercom. La gran parte di questi sono scomparsi o usciti dall'ambito applicativo in oggetto negli anni successivi. Tra le piattaforme hardware da questi utilizzate ricordiamo DEC (PDP, Vax), IBM, Apollo, HP, Data General, Siemens. In molti casi, anche per problemi di prestazioni, i vari sistemi operativi venivano modificati e si utilizzavano terminali grafici proprietari. I dati risiedevano in file system o DBMS proprietari diversi da quelli allora utilizzati nei sistemi gestionali.

In sostanza quasi tutte le soluzioni erano proprietarie, legate all'hardware su cui giravano e sostanzialmente difficili da adattare a nuove esigenze. In questo contesto era quindi chiaro come il progetto che si andava predisponendo doveva rendere minime le interazioni tra le problematiche pertinenti la realizzazione della cartografia numerica e quelle relative al sistema informativo, in modo da disaccoppiare i due ambiti.

La cartografia numerica poteva essere realizzata come meglio si riusciva e con i più adeguati strumen-

ti atti allo scopo presenti sul mercato, limitando i vincoli informatici a quanto accennato in precedenza (struttura e contenuti). Il sistema informativo, più vincolato e sensibile al contesto, avrebbe seguito strade proprie, comunque orientate a criteri di massima indipendenza da strumenti proprietari e in grado di seguire, con costi ragionevoli, gli inevitabili cambiamenti e le evoluzioni che si prospettavano in questo campo.

Per quanto riguarda, infine, le difficoltà di carattere organizzativo precedentemente accennate, anche se non oggetto specifico degli argomenti qui trattati, va detto che i problemi che si incontravano nell'implementazione di un sistema informativo territoriale all'interno di un'organizzazione erano simili a quelli che si riscontravano quando si introduceva un cambiamento sostanziale nel modo di lavorare delle persone e che questi erano, e continuano a essere, principalmente, di natura umana e non tecnica. Nel caso in esame le difficoltà furono affrontate e risolte dai vari servizi nell'Amministrazione regionale coinvolti e in quelli delle amministrazioni locali negli anni successivi a quelli dell'avvio della produzione della CTRN e creazione del GIS, e portarono a una significativa diffusione di quest'ultimo, tanto che nel 2002, secondo una ricerca pubblicata dal *Centro Interregionale per il Coordinamento e la Documentazione per le Informazioni Territoriali*, la regione Friuli Venezia Giulia era all'avanguardia in Italia con il 14% dei comuni in possesso di sistemi informativi territoriali, dato per altro non eclatante. Un netto miglio-



mento nella diffusione e nell'uso di questi strumenti si ebbe negli anni successivi, anche grazie alle significative evoluzioni tecnologiche nel settore.

Nel contesto, non del tutto lineare, precedentemente descritto erano comunque chiare le esigenze dell'Amministrazione regionale, così come percepite dal realizzatore informatico, e come queste si traducevano in vincoli e indirizzi per il progetto. Si trattava cioè di superare i limiti di un'impostazione legata alle tecnologie tradizionali utilizzate per la prima realizzazione della Carta tecnica (legge regionale 20 ottobre 1967, n. 23) e ampliarne l'uso, in primo luogo nella stessa Amministrazione regionale, ai comuni e agli enti territoriali, limitando l'impiego di una grande varietà di supporti cartografici, non sempre appropriati e aggiornati, con risultati discontinui e sovente inadeguati alle necessità, il cui prezioso contenuto

informativo veniva disperso vista l'impossibilità di elaborare manualmente l'informazione contenuta.

Si trattava di sviluppare pertanto una Carta tecnica regionale numerica tridimensionale con caratteristiche e precisione tali da permetterne l'utilizzo anche come carta comunale, che ha scale grafiche di riferimento 1:2.000 o 1:1.000, e tali da consentirne l'uso con la cartografia catastale, mediante un reticolo di punti fiduciali. Si trattava cioè di dare un forte impulso ai sistemi informativi territoriali per supportare la complessità delle esigenze conoscitive emergenti. Si trattava di permettere l'arricchimento della base informativa cartografica in fasi successive all'impianto, con contenuti specifici di ambiti applicativi particolari, troppo difficili o costosi da rilevare in sede iniziale o non convenienti da rilevare se non immediatamente utilizzati vista la loro rapida obsolescenza, favorendo le

possibilità conoscitive della Direzione Regionale della Pianificazione Territoriale e delle altre direzioni regionali coinvolte in problemi di tipo territoriale (Urbanistica, Foreste, Ambiente, Viabilità e Trasporti, Agricoltura, Protezione Civile, ecc.). Si trattava infine di permettere la localizzazione delle reti tecnologiche, la certificazione urbanistica e la gestione delle concessioni edilizie, mantenere sotto controllo l'attuazione dei piani urbanistici comunali e la loro gestione permettendo il raffronto tra lo stato di progetto e lo stato di fatto.

La CTRN diventava quindi uno strumento per la gestione del territorio e la struttura dei dati (fatta nel sistema informativo e non subito); diventava l'elemento fondamentale e cruciale del sistema informativo territoriale. Sulla struttura dati sono impennate infatti le funzioni che possono essere eseguite e la loro potenza è strettamente correlata ai

contenuti e al modo con cui i dati sono organizzati.

Era necessario quindi trovare un equilibrio tra esigenze informatiche e cartografiche, non indurre cioè inessenziamenti appesantimenti alla fase di formazione della cartografia numerica e ai contenuti della stessa per facilitarne l'uso nelle possibili applicazioni nei sistemi informativi, trovare un equilibrio tra costo, utilizzabilità immediata e obsolescenza dei dati, limitare cioè gli "oggetti" (costosi) a quelli presumibilmente utilizzabili in applicazioni nel breve e medio termine e comunque prima della loro obsolescenza e garantire una potenziale evoluzione incrementale dei contenuti.

Come accennato le conoscenze in questo campo non erano ancora consolidate nella comunità scientifica e negli enti territoriali che avevano sviluppato progetti GIS. Per questo motivo l'Amministrazione regionale e in particolare il *Servizio dell'informazione territoriale e della cartografia* diretto dall'arch. Mario Ghidini, decise di procedere a una sperimentazione limitata, condotta assieme al Laboratorio Sistemi grafici della Insiel spa, relativa a una porzione limitata di territorio di 2,7 x 2,7 chilometri nel circondario del comune di Gradisca d'Isonzo. L'iniziativa trasse origine dalla stipula di un protocollo d'intesa tra l'Amministrazione regionale e il Ministero delle Finanze riguardante la digitalizzazione delle mappe catastali. L'intesa fornì l'occasione per una sperimentazione completa: restituzione di una carta numerica alla scala 1:5.000 con precisione equivalente a quella della scala 1:2.000 da volo aerofotogrammetrico, strut-

turazione informatica e gestione in un sistema informativo prototipale, restituzione comunque di elevata qualità cartografica, rilievo sperimentale e utilizzo congiunto di tematismi semplici come le sezioni di censimento e più complessi come il piano urbanistico, collegamento alla cartografia catastale tramite l'individuazione di punti fiduciali presenti in entrambe le strutture geometriche.

Scopi della sperimentazione erano la valutazione della qualità del prodotto cartografico e l'individuazione degli standard a cui attenersi, la rispondenza della cartografia numerica ai requisiti per la rappresentazione dei piani comunali, la rispondenza alle ipotesi di uso congiunto con la cartografia catastale, l'adeguatezza delle informazioni tridimensionali e volumetriche previste, la validità delle linee tecniche di esecuzione dell'intero ciclo d'impianto e di aggiornamento utilizzate, una previsione attendibile dei tempi e dei costi di realizzazione della nuova cartografia.

Frutti concreti della sperimentazione furono la produzione del capitolato speciale d'appalto utilizzato nel successivo appalto concorso per la restituzione di un primo lotto di cartografia numerica (Bassa friulana e zona di Trieste), l'elaborazione di un disegno di legge sulla cartografia regionale e l'istituzione del Sistema Informativo Territoriale cartografico che trovò attuazione nella legge regionale numero 63 del 1991.

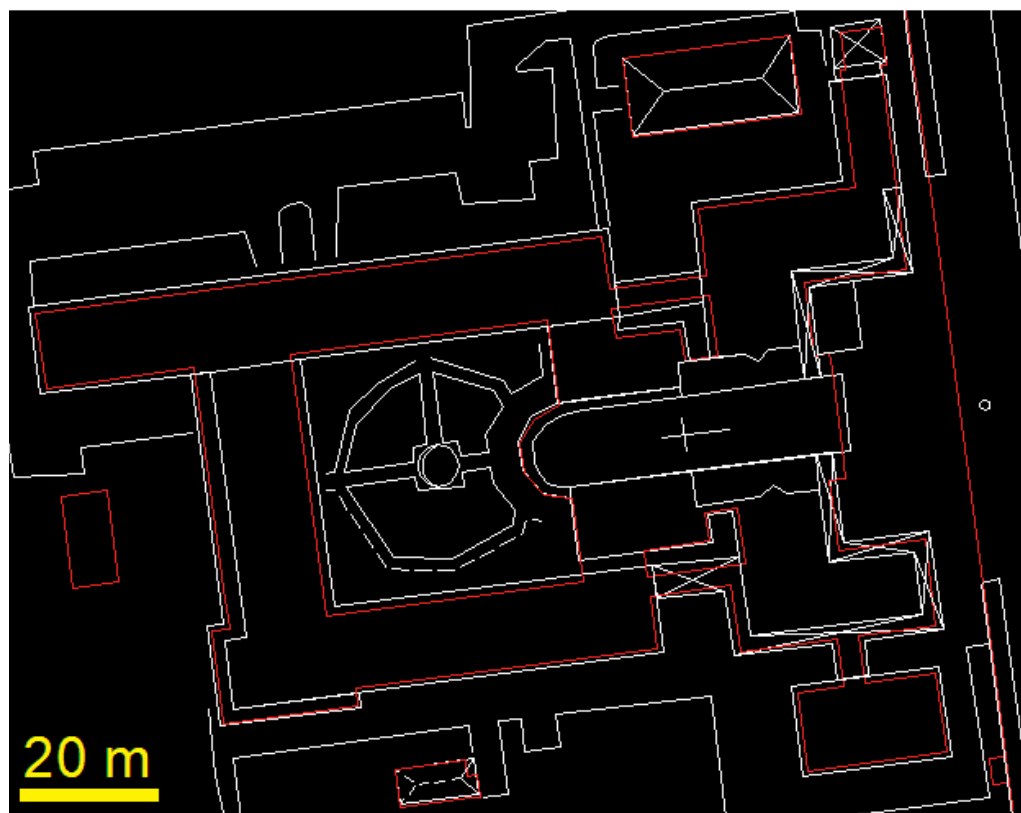
Dal punto di vista più strettamente informatico la sperimentazione portò alla redazione di due documenti che divennero parti integranti dei successivi capitolati specia-

li d'appalto e che descrivevano la struttura degli archivi di trasferimento che dovevano esser utilizzati per registrare le coperture cartografiche e successivamente convogliarle nelle banche dati dei sistemi territoriali, e i criteri generali di restituzione che definivano come le informazioni geometriche e testuali dovessero essere strutturate negli archivi di trasferimento.

Per ciò che riguardava i contenuti geometrici rilevanti dal punto di vista dell'utilizzo in particolari applicazioni nei sistemi informativi ma non rilevanti ai fini delle rappresentazioni cartografiche bidimensionali tradizionali, la sperimentazione diede conforto all'ipotesi già consolidata che fosse opportuno limitarli al minimo necessario, rimandando a eventuali fasi successive un eventuale loro ampliamento. In sostanza vennero introdotti i soli elementi geometrici che permettevano di gestire compiutamente le altimetrie e le volumetrie in rappresentazioni tridimensionali, cioè le linee di discontinuità nel terreno (ad esempio, pareti verticali), le linee di chiusura degli edifici a molteplice connessione e i punti di piede e di gronda degli edifici stessi.

Non vennero richiesti altri elementi in gran voga in quel momento presso altre amministrazioni, come le strutture a rete (assi stradali, ecc.) o strutture reticolari o ad albero (reti fluviali) che rimasero (parzialmente) caratterizzate solo attraverso le loro geometrie descrittive e non attraverso la loro struttura topologica. Questa impostazione rimase valida e in uso fino nell'ultimo decennio quando venne integrata ed ampliata per supportare nuove esigenze.

→
fig. 7
Particolare che dimostra
il livello di accordo
tra la carta catastale rimosaicata
(in rosso)
e la CTRN (in bianco)



Esperienze di ricomposizione digitale della cartografia catastale

La lunga stasi della cartografia tecnica a partire dal 2006, di cui si è detto nella prima parte di questo articolo, non ha prodotto la sospensione di ogni attività cartografica della Regione, ma ha permesso nel periodo di rivolgere l'attenzione al complesso e ineludibile problema dell'integrazione fra cartografia catastale e CTRN. La mappa del catasto terreni fornisce infatti informazioni complementari a quelle della carta topografica e risulta perciò indispensabile per la gestione delle attività territoriali che toc-

cano direttamente o indirettamente la proprietà immobiliare (strumenti urbanistici, piani territoriali, vincoli, progetti di infrastrutture, occupazioni ed espropri, ecc.).

La carta catastale è composta essenzialmente da un mosaico continuo di entità geometriche, le c.d. particelle, che raffigurano fabbricati o porzioni continue di terreno, appartenenti a un'unica ditta e omogenee per qualità e destinazione. Contrariamente alla carta topografica, in cui ogni tratto grafico raffigura un particolare elemento morfologico riscontrabile nella realtà, quella catastale rappresenta invece elementi geometrici – i confini delle

proprietà – che non sempre hanno un concreto riscontro sul terreno. Questo fatto, unito alla diversa rappresentazione dei fabbricati e ad alcune proprietà intrinseche delle mappe catastali, rende problematica se non soggettiva la sovrapposizione delle due cartografie, anche a livello locale.

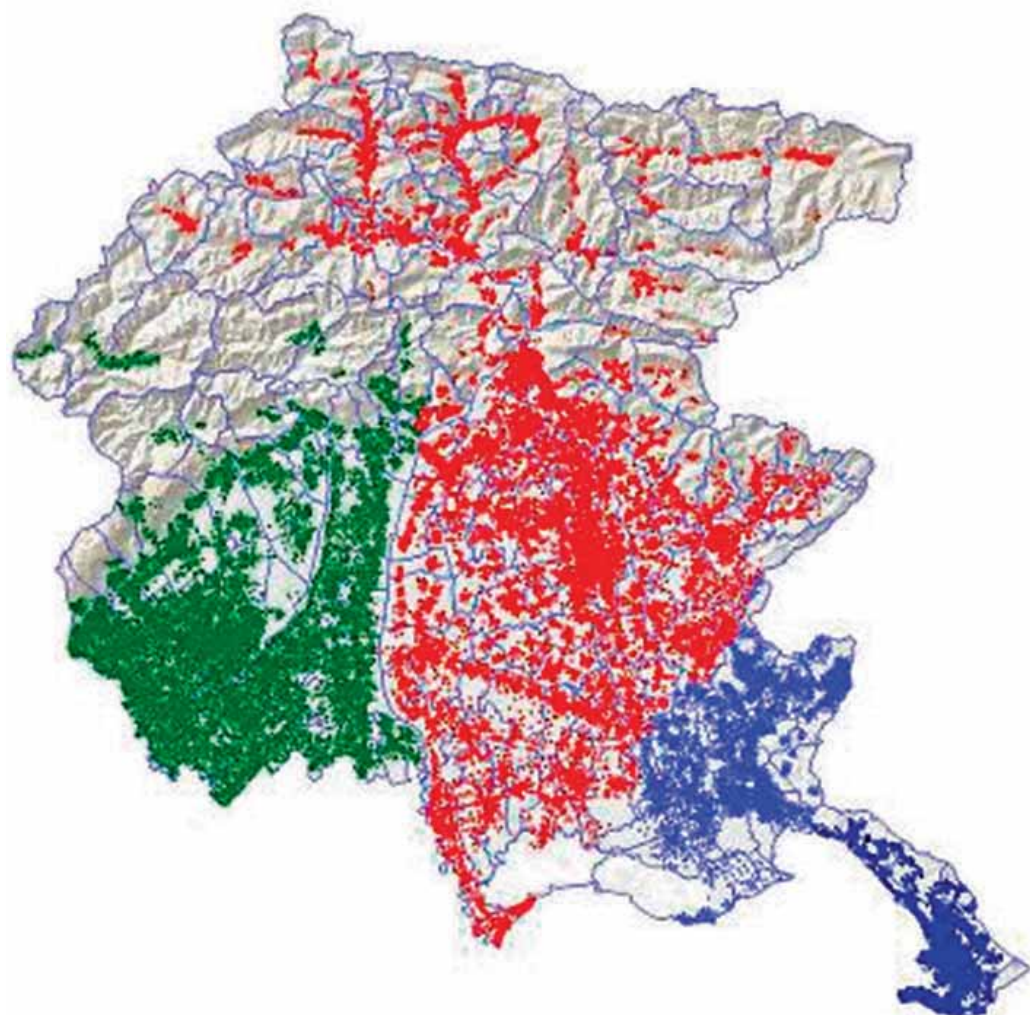
Ma problemi ben maggiori si riscontrano nell'uso della mappa nei software GIS, causati dalla frammentazione dei sistemi di riferimento e dalle distorsioni presenti nella cartografia catastale, ben evidenti al confronto con quella topografica. Le cause dei difetti sono molteplici e sono da ricercare nella tecnologia

e nelle procedure di misura disponibili a fine Ottocento/inizi Novecento, ossia nel periodo di formazione iniziale, come pure nelle pratiche di conservazione e di aggiornamento successive, fino al recente trasferimento dai supporti cartacei a quelli digitali. Una ulteriore complicazione è costituita dal fatto che nella nostra Regione convivono due diversi ordinamenti catastali: il sistema italiano, istituito nel 1886 dalla Legge Messedaglia, e il sistema tavolare, avviato nel 1817, ricevuto in eredità dalla Amministrazione austro-ungarica al termine del primo conflitto mondiale.

La carta catastale, a eccezione delle Province di Trento e di Bolzano, è di competenza esclusiva del Catasto, struttura attualmente in capo all'Agenzia delle Entrate; tale funzione lo colloca tra gli organi cartografici ufficiali dello Stato Italiano, assieme a IGM, IIM, CIGA e Servizio Geologico d'Italia (legge 2 febbraio 1960, n. 68).

Nei primi anni Duemila, in un contesto politico in cui pareva imminente la devoluzione delle competenze catastali agli Enti locali, l'Amministrazione regionale intraprese una serie di iniziative indispensabili a supportare la annunciata trasformazione, affrontando in particolare la digitalizzazione delle procedure e la attualizzazione degli archivi (mappe comprese).

Nel 2005 pertanto, la Regione stipulò una convenzione triennale con l'allora Agenzia del Territorio per realizzare diverse attività specifiche destinate all'aggiornamento della cartografia catastale con il fine di integrarla efficacemente nel sistema informativo regionale e incaricò Insiel spa, con



il supporto scientifico dell'Università di Udine, di realizzare il progetto. Proprio in quegli anni, il gruppo di Topografia e Cartografia dell'ateneo friulano aveva studiato e implementato una serie di strumenti matematici con l'obiettivo di migliorare la qualità metrica e la georeferenziazione della cartografia catastale senza ricorrere al suo oneroso e improponibile rifacimento. Tra le soluzioni più avanzate merita citare quella che consentiva una rigenerazione completa della mappa, iniziando da una separazione geometrica delle particelle componenti, per procedere quindi a una loro pro-

gressiva rimosaicatura sulla base dei vincoli offerti dalla compensazione della rete dei PF e dai rilievi Pregeo in essa inquadrati (figg. 6 e 7). Tali tecniche erano state ampiamente sperimentate nell'ambito di un progetto Interreg Italia-Slovenia, con il confronto dei colleghi dell'Istituto Geodetico della Slovenia.

La convenzione consentì di processare l'arretrato cartografico accumulatosi nel tempo negli archivi catastali e di completare la digitalizzazione dei prodotti più importanti. Il risultato del lavoro, conclusosi circa due anni più tardi, fu significativo: venne ultimata la vettorializ-

zazione della mappa catastale mediante l'informatizzazione di 2.600 fogli ancora in forma cartacea, furono elaborati e inseriti in mappa oltre 30mila atti di aggiornamento Pregio accantonati (relativi al periodo 1998-2003), e fu eseguita la chiusura dei perimetri aperti dei fogli di mappa degli undici comuni della Regione in cui vige il sistema tavolare.

Un notevole risultato fu la compensazione globale della intera rete regionale dei Punti Fiduciali, costituita allora da oltre 33mila vertici, con l'intento di assegnare loro coordinate univoche, affidabili e stabili nel tempo. Per tale finalità, furono rilevati sul territorio regionale 6.409 vertici GPS di alta precisione, mediante i quali vennero vincolati 3.538 PF della compensazione (fig. 8). Ciò permise di assegnare coordinate stabili e attendibili a oltre 26.000 PF, pari al 77% dell'intera consistenza.

Un altro prodotto di successo fu senza dubbio la mosaicatura rigorosa dei fogli di mappa, al fine di realizzare il c.d. *continuum* cartografico catastale, e la loro riproiezione nel sistema cartografico nazionale (Gauss-Boaga FE/Roma40 e UTM F33/ETRF89) consentendo una congruenza media di 1-2 metri rispetto alla CTRN. Per questa operazione, 9.640 fogli di mappa di 219 comuni vennero cuciti assieme, limitando al massimo deformazioni, vuoti e sovrapposizioni di contenuti, sulla base di 403.408 punti di corrispondenza mappa-CTRN e 359033 punti di legame tra fogli contigui definiti in maniera semiautomatica (fig. 9). Le premesse scientifiche e l'esecuzione della complessa opera realizzata sono documentate in una lunga serie di articoli scientifici (ad



esempio, Beinat e Crosilla, 2003a; 2003b; Beinat et al., 2012; Basso et al., 2015).

Il consolidamento della rete fiduciale e il *continuum* catastale furono realizzati con algoritmi innovativi, fondati su solide basi scientifiche e sperimentali, ma forse "troppo" inediti. Per ragioni sconosciute agli scriventi, la metodologia applicata con successo in Regione, che aveva ricevuto l'interesse e l'appoggio dell'allora Direttore tecnico del Catasto, *mutatis mutandis*, ha subito un inopinato disconoscimento da parte dell'Agenzia del Territorio e non è stata riprodotta altrove.

La carta catastale ricomposta dalla Regione è usata per finalità tecniche negli uffici degli Enti locali da oltre un decennio; la soluzione del Catasto non è ancora ultimata (figg. 10 e 11, inserite alle pagine 34 e 35 dell'articolo).

(continua con la terza e ultima parte)

NOTA 1

Le premesse scientifiche e l'esecuzione della complessa opera realizzata sono documentate in una lunga serie di articoli scientifici (ad esempio, Beinat e Crosilla, 2003a; 2003b; Beinat et al., 2012; Basso et al., 2015).

**RASSEGNA TECNICA
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA
& NOTIZIARIO INGEGNERI**

rt
NUOVA SERIE

380

IN QUESTO NUMERO

Filo diretto: Nova Gorica-Gorizia, Capitale Europea della Cultura 2025

I contatori d'acqua: un futuro con tante novità in arrivo

Cinquant'anni di cartografia regionale, terza e ultima parte

Monfalcone progetta il futuro

La Rassegna Tecnica nel 2020

Il Notiziario Ingegneri nel 2020



RASSEGNA TECNICA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA & NOTIZIARIO INGEGNERI

rt
NUOVA SERIE

380

ANNO LXXII - GENNAIO/FEBBRAIO 2021

DIREZIONE

GIORGIO DRI Direttore responsabile

REDAZIONE DELLA RASSEGNA TECNICA

Elio Candussi, Roberto Carollo, Vittorio Drigo,
Anna Frangipane, Giuseppe Longo, Elio Padoano,
Carlo Tomaso Parmegiani, Marco Pletti

REDAZIONE DEL NOTIZIARIO INGEGNERI

Roberta Mallardo, Elena Moro (coordinatrice)
Andrea Zagolin, Enrico Zorzi

EDITORE

Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia s.r.l.
33100 Udine, via Monte San Marco, 56
C.F. e P. IVA n. 01339660308

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Presidente: Antonio Nonino
Consiglieri: Antonino Colussi, Marino Donada, Vittorio Drigo,
Adriano Mansutti, Andrea Sarcinelli

SEDE

33100 Udine - via Monte San Marco, 56
e-mail: info@rassegnatecnica.fvg.it
web: www.rassegnatecnica.fvg.it

PROPRIETÀ

Associazione Ingegneri della Provincia di Udine
Associazione Ingegneri e Architetti della Provincia di Pordenone

STAMPA

Cartostampa Chiangetti
33010 Reana del Rojale (UD) - via Vittorio Veneto
tel. 0432 857054 - fax 0432 857712
e-mail: info@chiangetti.it

REGISTRAZIONI

Tribunale Udine n. 245 del 17.1.1970
Iscrizione al R.O.C. n. 1747

ISSN 2421-0889



Associato all'USPI
Unione Stampa Periodica Italiana

La rivista si riceve solo per abbonamento.

L'abbonamento annuo ordinario è di € 15,00 (costo copia € 3,00).
Modalità di pagamento: bonifico su c/c della Banca di Cividale
Filiale di Udine, via Cotonificio (IBAN IT36 805484 12303 CC0530418133),
intestato a Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia s.r.l.
L'abbonamento annuo per gli iscritti agli albi professionali
degli Ingegneri è ridotto a € 10,00.

La pubblicazione di una memoria non implica riconoscimento
o approvazione dei giudizi espressi dagli autori.
Gli originali dei testi, i disegni e le fotografie, anche se non pubblicati,
non si restituiscono, salvo preventivi accordi con la direzione.

SOMMARIO

2 **Notizie flash**

6 **Filo diretto:**
Nova Gorica-Gorizia
Capitale Europea della Cultura 2025
A CURA DI CARLO TOMASO PARMEGIANI

10 **I contatori d'acqua:**
un futuro con tante novità in arrivo
CARLO TOMASO PARMEGIANI

35 **Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale:**
l'esempio del Friuli Venezia Giulia (Terza e ultima parte)
PROF. FABIO CROSILLA, ING. GIOVANNI PICECH,
ING. ALBERTO BEINAT

41 **Monfalcone progetta il futuro:**
non più solamente città dei cantieri navali
GIORGIO DRI

46 **La Rassegna Tecnica nel 2020**

48 **Il Notiziario Ingegneri nel 2020**

AL CENTRO DELLA RIVISTA
NOTIZIARIO INGEGNERI

In copertina:

Visualizzazione di alcuni strati informativi del DBTfvg
relativi a un'area del centro di Trieste che consente
di apprezzare la strutturazione per oggetti:
tra questi si nota la geometria delle coperture
(<https://eaglefvg.regione.fvg.it>)

Cinquant'anni di cartografia tecnica regionale: l'esempio del Friuli Venezia Giulia

PROF. FABIO CROSILLA

professore ordinario, dipartimento
Politecnico di Ingegneria e Architettura,
Università di Udine

ING. GIOVANNI PICECH

già dirigente Insiel Spa

ING. ALBERTO BEINAT

ricercatore confermato, dipartimento
Politecnico di Ingegneria e Architettura,
Università di Udine

La nuova cartografia regionale

Le trasformazioni antropiche e naturali che avvengono costantemente sul territorio regionale rendono la cartografia un prodotto deperibile, con un tasso di obsolescenza proporzionato alla scala, al grado di dettaglio e all'estensione dei contenuti. Senza un regolare rinnovamento, la carta diventa ben presto infedele e conseguentemente inaffidabile e inutilizzata. Per altro verso, i servizi cartografici del web, come Google Earth o quelli basati su OpenStreetMap, per quanto aggiornati difettano della struttura geometrica, dell'organizzazione dei contenuti e della qualità metrica specifiche della Carta tecnica e non possono quindi surrogarla.

L'Amministrazione regionale, malgrado la soppressione della struttura preposta (Servizio SIT e cartografia), ha riacquisito interesse per la cartografia promuovendo nel 2013-2014 la sperimentazione di una nuova CTRN su alcuni comuni dell'Isontino (Fogliano Redipuglia, Monfalcone, Ronchi dei Legionari, Staranzano). Da questa esperienza ha poi preso avvio nel 2017 un ampio e ambizioso programma di aggiornamento cartografico che sta dotando la Regione Friuli Venezia Giulia dei prodotti cartografici più moderni ed evoluti tra quelli che le tecniche del rilevamento possono fornire. A tal riguardo, si devono ricordare il dr. Guglielmo Berlasso, l'ing. Sergio Lunazzi e l'arch. Marco Lunardis dell'Amministrazione regionale, per aver promosso e sostenuto questo importante progetto.

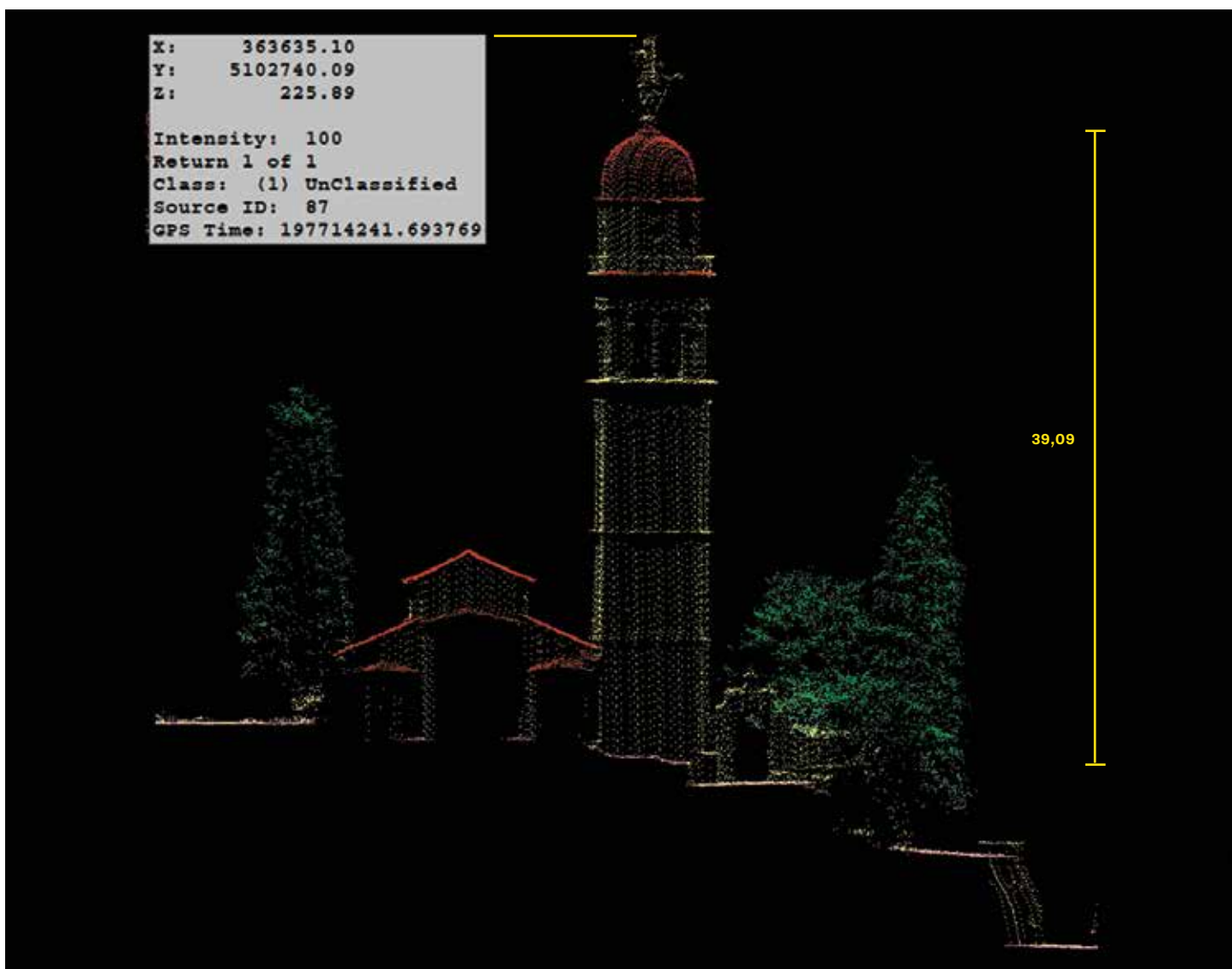
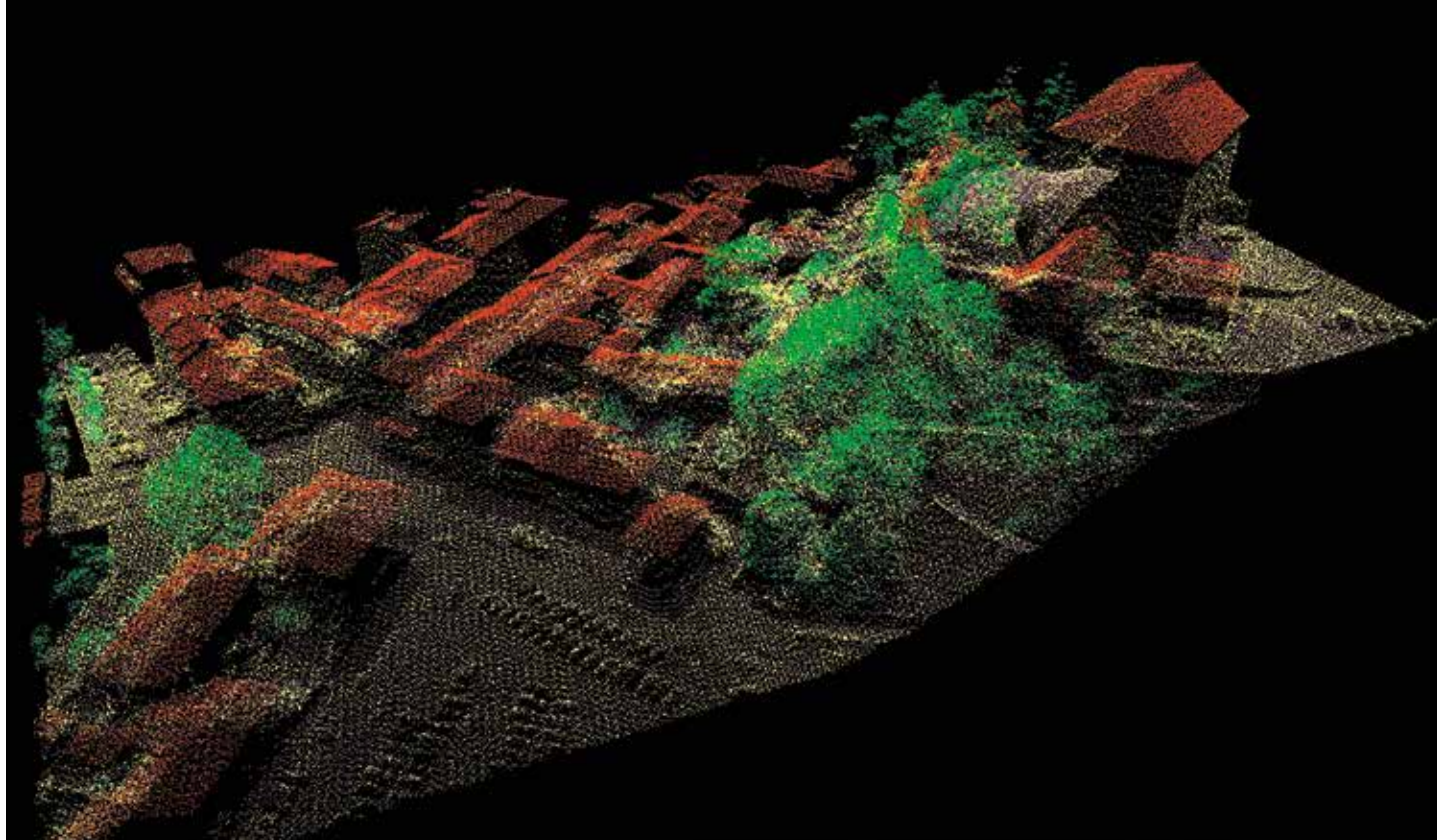
La produzione della nuova cartografia è stata suddivisa in due commesse: il "lotto giuliano" che coincide con l'area provinciale di Trieste, e il "lotto unico" che copre il restante territorio regionale. Entrambe le rispettive gare sono state aggiudicate a una RTI pa-

rallela fra le società Helica srl di Amaro (UD), Compagnia generale Riprese Aeree spa di Parma e Digital Rilievi srl di Zoppola (PN).

Accanto a una nuova versione digitale della CTRN, in un formato informatico evoluto e per questo denominata DBT (Data Base Territoriale), il programma dei lavori prevede anche la produzione di diverse tipologie di modelli digitali del terreno ottenuti da rilievi Lidar ad alta densità, l'ortofoto di precisione (true ortophoto) alla risoluzione di 10 cm/pixel, la copertura iperspettrale orto rettificata a oltre 180 bande a 1 m/pixel, e il rilievo Mobile Mapping System (Lidar e immagini) delle strade dei comuni superiori a 10mila abitanti, a integrazione del Catasto delle Strade regionali.

Il Lidar

Con il nuovo millennio si è affermata una tecnica di rilievo del territorio da remoto per produrre modelli digitali del terreno di notevole precisione e dettaglio. Nota con l'acronimo ALS (Airborne Laser Scanning), essa si basa su un telemetro laser (il cosiddetto LiDAR, Light Detection And Ranging), trasportato a bordo di un aeromobile, la cui posizione e assetto sono costantemente tracciati mediante strumenti di navigazione satellitari e inerziali di alta precisione. Questi sistemi consentono di rilevare la forma e la dimensione del terreno mediante un fitto e veloce campionamento dei punti della sua superficie – fin oltre 200mila misure al secondo – a prescindere dall'illuminazione solare. Per effetto della leggera diffrazione del segnale, ogni singolo impulso inviato a terra dal LiDAR può produrre la misura di più punti se questi si trovano nella direzione del laser ma stratificati ad altezze differenti, come nel caso della vegetazione.





←

fig. 1

Esempio di DSM Lidar classificato relativo a Udine (piazza Primo Maggio e Castello). I punti in verde identificano la vegetazione, in rosso le coperture degli edifici, in marrone i punti del terreno, in violetto i rimanenti

←

fig. 2

Sezione di un DSM Lidar che ne evidenzia l'elevato livello di dettaglio e mostra la possibilità di estrarre informazioni metriche (Udine, chiesa di Santa Maria di Castello)

←

fig. 3

L'elevato livello di ortorettifica è qui apprezzabile nella rigorosa proiezione ortogonale del duomo e del campanile di Mortegliano, il più alto d'Italia (<https://eagle.fvg.regione.fvg.it>)

Allo schermo del PC, il risultato di un rilievo LIDAR appare come una fitta nube di punti 3D (point cloud); muovendosi all'interno della nuvola è possibile distinguere i vari oggetti – superficie del terreno, strade, vegetazione, edifici, linee elettriche, ecc. – ed eseguire misurazioni degli stessi (figg. 1 e 2).

Per la scansione del territorio regionale, si è operato con un laser scanner RIEGL LMS-Q780 ad altezze di volo intorno ai 500 metri da terra, procedendo per strisciate affiancate e parzialmente sovrapposte ampie circa 600 metri, al fine di rispettare le specifiche di capitolato tese a garantire una densità media di campionamento superiore a 16 p.ti/mq per le aree poste al di sotto dei 1000 metri e a 10 p.ti/mq per le quote superiori. Sugli specchi d'acqua per ragioni fisiche la densità delle misure è minore o nulla, per contro in moltissime altre zone, laddove le strisciate si sovrappongono, il campionamento è notevolmente maggiore.

Per coprire l'intera regione sono stati acquisiti oltre 300 miliardi di punti. Mediante algoritmi di classificazione basati su regole geometriche e sull'intelligenza artificiale la maggior parte degli stessi è stata etichettata e

assegnata a una classe caratteristica: terreno, vegetazione, strutture stradali, linee elettriche, specchi d'acqua. Ciò consente di estrarre selettivamente i punti dalla nube e impiegarli per le successive elaborazioni. La qualità metrica è considerevole: l'accuratezza plano-altimetrica finale è in massima parte sub decimetrica.

Dalle nubi di punti sono state elaborate ulteriori mappe raster a passo di 0,5 metri, utili soprattutto per impieghi GIS, quali la superficie digitale del territorio (DSM) derivata dai "first return" (i punti più vicini al sensore) e quella prodotta con i "last return" (i più lontani), il modello digitale del terreno (DTM), il modello dell'edificato (DBM) e altri prodotti specifici.

Ortofoto di precisione

L'ortofoto è un sofisticato prodotto fotogrammetrico nel quale le distorsioni prospettiche dovute all'andamento del terreno e alla posizione e assetto del centro di presa della camera sono rimosse con tecniche analitiche in modo tale che ogni pixel dell'immagine appare come se fosse stato acquisito ortogonalmente alla superficie di sviluppo della stessa. Se la correzione non si limita solo all'andamento gene-

rale del terreno, ma si spinge anche a considerare la geometria delle entità presenti sopra di esso, quali manufatti e vegetazione, si ottiene la cosiddetta ortofoto di precisione (*true orthophoto*). Un dettaglio distintivo di questo prodotto è l'assenza delle pareti verticali degli edifici, anche se alti e laterali all'immagine, e la presenza delle sole coperture, rappresentate in pianta nella loro forma, dimensione e posizione planimetrica corrette. Poiché è costruita mediante regole cartografiche rigorose e ha una scala omogenea, l'ortofoto possiede a tutti gli effetti la valenza metrica di una carta topografica (fig. 3).

Per la sua produzione, il territorio regionale è stato ricoperto da immagini aeree con l'impiego di una camera digitale Vexcel UltraCam Eagle di grande formato (6670 x 4360 pixel RGBI e 20010 x 13080 pixel Pancromatico). La quota di volo di circa 1300 metri ha garantito una dimensione del pixel a terra di 8 centimetri, mentre una sovrapposizione laterale (*sidelap*) del 60% tra le strisciate e longitudinale (*overlap*) tra l'80% e il 90%, tra le immagini consente di produrre ulteriori restituzioni cartografiche.

Rispetto al passato in cui la Triango-



lazione aerea per l'orientamento dei fotogrammi necessitava di una quantità elevata di punti di controllo a terra, le tecniche attuali di georeferenziazione diretta consentono di limitarne drasticamente il loro numero grazie al fatto che la posizione del centro di presa della camera e il suo assetto sono determinati con buona approssimazione tramite un sistema di posizionamento analogo a quello descritto per il LiDAR, che sfrutta appieno la infrastruttura di stazioni permanenti della rete GNSS "A. Marussi".

Le ortofoto di precisione ottenute dall'elaborazione delle riprese aeree hanno una dimensione del pixel ricampionata a 10 cm e una accuratezza planimetrica di georeferenziazione migliore di 20 cm. Sono distribuite nel formato "lossless" TIFF+TFW e nel formato compresso ECW.

Iperspettrale

I sensori per le immagini multi spettrali e iperspettrali hanno permesso di

estendere le capacità dell'occhio umano molto al di là dello stretto campo del visibile. Risulta così possibile osservare il territorio attraverso ulteriori bande dello spettro elettromagnetico, ossia con "colori" aggiuntivi, che consentono di individuare, interpretare e classificare con maggior efficacia e precisione entità e fenomeni che avvengono sulla sua superficie. Le bande dell'infrarosso, ad esempio, sono diffusamente impiegate per individuare la vegetazione e caratterizzarne il vigore e lo stato di salute, come pure a riconoscere e delimitare le aree percorse da incendio o l'umidità del suolo.

Per il lotto cartografico relativo all'area giuliana, il dato iperspettrale è stato acquisito con un sensore CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) 1500H della canadese ITRES, mentre per il lotto unico è stato impiegato un dispositivo HySpex VNIR-1800 della Norsk Elektro Optikk. Entrambi i sensori sono di tipo *pushbroom* in grado di produrre immagini nastriformi della lar-

ghezza rispettivamente di 1500 e 1800 pixel e di qualsiasi lunghezza.

La quota di volo relativa attorno ai 1500 metri ha permesso di ridurre sensibilmente le distorsioni radiometriche dovute all'atmosfera, tipiche delle immagini satellitari, inoltre il processo di ortorettifica ha rimosso le principali deformazioni geometriche legate all'andamento del terreno. Le riprese iperspettrali coprono l'intervallo spettrale 400 nm – 1000 nm alla risoluzione spaziale di un metro. La risoluzione radiometrica è di 14 bit per 125 bande per l'area giuliana, e 16 bit per 186 bande per il resto della regione.

La notevole risoluzione radiometrica e spaziale, l'elevato numero di bande e l'ampia superficie coperta dalle strisciate, che a volte si allungano da un capo all'altro della regione, generano file di grosse dimensioni che richiedono considerevoli risorse informatiche. Per tal motivo le strisciate saranno ritagliate sulla base di una griglia regolare di lato un chilometro (fig. 4).

←
fig. 4
Composizione delle strisciate iperspettrali
relative alla città di Trieste.
Sensore ITRES CASI 1550H,
bande 61, 38 e 19 (Putzolu, 2020)

→
fig. 5
Esempio di integrazione a Gorizia
fra nube Lidar, ortofoto, rilievi MMS,
base catastale e OpenStreetMaps
(fonte Insiel)



Il Data Base Topografico (DBTfvg)

Negli anni Novecento, allorché la CTR si trasformava da “analogica” a digitale, non vi erano specifiche di prodotto definite e condivise che uniformassero il risultato e ogni amministrazione che intraprendeva la produzione di carte numeriche a grande scala si trovava nella necessità di definire le regole e il formato più confacenti ai propri scopi. A distanza di tempo, la varietà di formati e di contenuti, ancorché validi, si è rivelata un grave ostacolo all’interoperabilità delle informazioni cartografiche.

La babele cartografica non era solo un problema italiano.

La necessità di definire regole comuni per lo scambio dei dati spaziali nell’Unione Europea è stato affrontato dalla Commissione del Parlamento europeo nella fondamentale Direttiva INSPIRE (2007/2/EC del 14 marzo 2007), recepita nell’ordinamento italiano con DL 27 gennaio 2010, n. 32. Coerentemente a questa iniziativa, sono state quindi elaborate dettagliate regole

tecniche nazionali per la formazione dei nuovi database geotopografici, con l’intento di favorire la formazione del “Repertorio dei Dati territoriali” nazionale e l’auspicata piattaforma comune per l’interoperabilità dei dati spaziali. Tali specifiche sono state recepite dalla normativa italiana tramite il (corposo) DM 10 novembre 2011 “Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici”. La nuova cartografia regionale è conseguentemente modellata sulla base delle regole citate.

Senza addentrarci troppo in dettagli trasparenti all’utenza, ricordiamo che i dati cartografici del DBTfvg sono organizzati secondo un modello standard noto come GeoUML, costruito a sua volta su specifiche ISO. I vari oggetti cartografici sono raggruppati in classi sulla base delle loro proprietà comuni. Classi di oggetti della stessa categoria sono raccolte in temi, e a loro volta temi omogenei compongono gli strati. Ad esempio, gli elementi stradali, i trat-

ti stradali e le giunzioni stradali sono classi individuali raggruppate nel tema “strade”, che a sua volta è parte del più generale strato “viabilità, mobilità e trasporti”. A ogni classe è associato un numero predefinito di attributi specifici di varie tipologie; le varie classi sono anche in relazione tra loro.

Come avviene per la CTRN attuale la nuova carta sarà progressivamente resa disponibile in vari formati. I prodotti “pronto stampa”, non appariranno molto dissimili dalla CTRN classica se non per le campiture delle versioni colorate.

Per apprezzare le principali novità è necessario utilizzare la cartografia in uno dei comuni formati di distribuzione come lo *shapefile*. Si potrà così notare la completa strutturazione della carta per oggetti anche complessi: laddove, ad esempio, la CTRN definiva implicitamente la superficie stradale sulla base del bordo strada – un insieme disgiunto di polilinee che la delimitavano in maniera indiretta, discontinua e parziale – nel DBTfvg le strade sono un insieme di

oggetti dedicati (punti, polilinee e poligoni) collegati topologicamente.

Un altro contenuto di pregio è la rappresentazione degli edifici, non solo secondo la geometria delle coperture, ma anche “sgrondati”, ossia rappresentati secondo l'impronta dei muri perimetrali (si veda la figura riportata sulla copertina di questo numero della *Rassegna tecnica* che riproduce la zona limitrofa al Tribunale di Trieste). Tutto questo con tolleranze geometriche molto stringenti che hanno richiesto alle ditte un oneroso processo di restituzione.

Per le zone urbanizzate il DBTfvg del lotto giuliano prescrive che le tolleranze nominali debbano rispettare quelle di una carta 1:1.000, mentre per le aree extra urbane esso prevede quelle della scala 1:5.000. Le aree in cui vigono le rispettive tolleranze sono univocamente delineate in un *layer* dedicato.

Al momento la copertura del nuovo DBTfvg, oltre alle aree della prima sperimentazione, comprende essenzialmente quella della provincia di Trieste. Prossimamente esso sarà esteso anche ai territori comunali di Udine, di Gorizia, di Pordenone.

Georeferenziazione

Concludiamo queste brevi note di presentazione dei nuovi prodotti cartografici con una osservazione importante per gli utilizzatori della cartografia e per gli operatori GIS.

Dopo la dismissione del sistema di riferimento Roma 40 e del sistema di coordinate Gauss-Boaga a esso associato, tutti i dati cartografici di recente produzione sono riferiti al nuovo sistema di riferimento nazionale noto con la sigla “RDN2008” (DM 10 novembre 2011 “Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale”). Tecnicamente RDN2008 è una realizzazione

ETRF2000(2008) del sistema di riferimento europeo ETRS89. Secondo la direttiva europea Inspire, tutti i prodotti cartografici a grande scala (dBT, ortofoto, Lidar, iperspettrale) della regione sono quindi inquadrati in RDN2008 e riprodotti nella rappresentazione di Gauss, con coordinate cartografiche nel sistema (U)TM fuso 33N. Questa specifica favorisce l'integrazione fra i diversi prodotti cartografici (fig. 5).

Per l'altimetria, i prodotti cartografici sono disponibili direttamente in quote ellissoidiche GRS80 (equiparabili a WGS84 ai fini pratici), come pure in quote tradizionali riferite al livello del mare, derivate dalle precedenti sulla base del modello di ondulazione geoidica distribuito dall'IGM. È fondamentale che il tecnico conosca il diverso significato fisico e geometrico dei due sistemi di riferimento altimetrici citati.

Conclusioni

L'articolo ha preso in esame gli sviluppi culturali e metodologici e le varie fasi di realizzazione della cartografia tecnica del Friuli Venezia Giulia che costituisce ormai da mezzo secolo uno strumento imprescindibile per lo sviluppo del territorio regionale.

Il rapido e massiccio sviluppo tecnologico che ha contraddistinto le attività della società civile in questo periodo, ha caratterizzato anche la produzione cartografica. A una base cartografica cartacea ha fatto seguito dapprima un supporto digitale, che ha consentito di realizzare i cosiddetti “sistemi informativi territoriali”, per giungere infine alle attuali forme di rilevamento che si avvalgono dei sistemi satellitari, del laser scanning e dei sensori iperspettrali.

L'articolo ha ripercorso in maniera sistematica questo lungo itinerario, enfatizzando i principali risultati conseguiti in Friuli Venezia Giulia, le pro-

blematicità riscontrate, e ricordando infine le persone che hanno contribuito a questo importante risultato.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare Elisa Crosilla, per il supporto editoriale dell'articolo, come pure a vario titolo coloro che sono impegnati nella realizzazione della nuova cartografia regionale: Elena Viero, Massimiliano Basso, Donatella Gubiani, Stefano Bertos e Michela Furlan della società Insiel e Luca Moratto dell'Amministrazione regionale Friuli Venezia Giulia.

BIBLIOGRAFIA

Beinat A, Crosilla F (2003a), *Generalised Procrustes Algorithms for the Conformal Updating of a Cadastral Map*, *Zeitschrift für Geodäsie, Geo-information und Landmanagement*, ZfV, 5, pp. 341-349

Beinat A, Crosilla F (2003b), *A New Proposal for the Global and Optimal Conformal Updating of the Cadastral Digital Mapping: the Italian Case*, *The International Archives of Photogrammetry And Remote Sensing*, Vol. XXXIV, Part. 6/W11, pp 30-36 .

Beinat A, Crosilla F, Basso M, Piuozzo R, Sossai E (2012), *Cadastral Map Upgrading and Layers Harmonization for the Spatial Data Infrastructure in Friuli Venezia Giulia, Italy*. In: *FIG Working Week 2012 – Territory, environment, and cultural heritage*, Rome, 6-10 maggio 2012, p. 1-16, Rome, FIG – Int. Federation of Surveyors, ISBN: 97887-90907-98-3

Basso M, Beinat A, Crosilla F, Lunazzi S; Piuozzo R (2015), *Cadastral and land registry upgrading activities in Friuli Venezia Giulia, Italy – Dejavnosti na področju razvoja zemljiškega katastra in zemljiške knjige v Furlaniji, Julijski krajini, Italija*, pp.11-22. In: *Land Surveying (R)evolution – Geodetska (R)evolucija: Proceedings of the 43rd Slovenian Surveying Day* - ISBN:978-961-93656-2-5

Putzolu F (2020), *Confronto tra immagini multispettrali satellitari e immagini iperspettrali da aeromobile: un'analisi comparativa sulla città di Trieste*, Tesi di laurea. Università di Udine